orizonturi

64

A.D. Moore

invenție, descoperire, creativitate

e
e
r

editura
enciclopedică
română

A.D.
Moore

invenție
descoperire
creativitate

În românește
de ing. I. Andrei

București,
1975

Ilustrația copertei:
CRISTIAN GHEORGHIU

A. D. Moore
Invention, Discovery and Creativity
Science Study Series
Anchor Books
Copyright © 1969 by Doubleday & Comp., Inc.
Garden City, New York

A. D. MOORE
(Date biografice)

De-a lungul unei vieți lungi și active, A. D. Moore a fost, pe rînd, inginer electrician, profesor, inventator, activist obștesc, conferențiar și autor. În anul 1915 și-a luat diploma de inginer electrician la Institutul Tehnologic Carnegie, iar în anul următor a intrat în rîndurile corpului didactic al Universității din Michigan, unde a activat ca profesor mai bine de patruzeci și șapte de ani, fiind în același timp președinte al unor cluburi universitare și de cercetări. În 1923 a devenit membru al Societății inginerilor, iar la pensionare a fost numit profesor emerit. În 1940, a fost ales membru în Consiliul Comunal din Ann Arbor, statul Michigan.

„A.D.", cum i se spune de obicei, este și autor de povestiri și poezii; joacă biliard ca un expert. În anii de după ieșirea sa la pensie a parcurs mii de kilometri cu trenul, conferențiind la cluburile universitare și făcînd demonstrații cu generatorii statici inventați de el, cît și cu cartogramele de fluid (dispozitive de simulare a cîmpurilor generate de curgerea fluidelor) imaginate tot de el. Și-a păstrat în continuare laboratorul de la Universitatea din Michigan, unde a descoperit și a aprofundat o serie de fenomene denumite de el „electrosferice" și „magnetosferice".

Profesorul Moore a publicat numeroase articole în reviste științifice și este autorul lucrării *Electrostatica* din „Seria de studii științifice" — colecție de popularizare publicată de editura Doubleday, în care a apărut și lucrarea de față. Este membru pe viață al Institutului inginerilor electrotehnici și electronicieni și membru în Consiliul tehnico-științific al Companiei Edison din Detroit. Profesorul Moore, cunoscut ca un om care a adus o contribuție substanțială la educarea a mii de studenți și tineri ingineri, este în mod deosebit calificat pentru a scrie despre creativitatea științifică.

Fiicei mele Jo,
Pentru încrederea ei nestrămutată
și sprijinul acordat în realizarea acestei lucrări.

LOCURI ŞI OAMENI cărora le datorez recunoştinţă.

Această carte nu s-a născut într-un singur loc, ci în trei — pentru mine, adevărate paradisuri : laboratorul meu, cabana mea din Canada şi subsolul casei din Dakota de Sud în care locuieşte fiica mea. Exprim fiecăruia din aceste locuri recunoştinţa mea pentru calităţile şi valoarea lor inspiratoare. Mă simt în mod special îndatorat fostului decan al Facultăţii electrotehnice a Universităţii din Michigan, Hansford W. Farris, precum şi actualului ei decan, Joseph E. Rowe, care mi-au permis să păstrez chiar după pensionare laboratorul în care lucrez, în care fac demonstraţii şi care constituie o bază indispensabilă pentru turneele mele de conferinţe.

În ce priveşte oamenii, sînt îndatorat multora. Lewis E. Walkup, Gordon K. Teal şi James M. Lafferty au dat o preţioasă contribuţie la elaborarea capitolului 8. Sugestii utile mi-au dat Dr. Wilson P. Tanner, psiholog, şi Dr. Peter A. Franken, fizician, care au citit anumite capitole ţinînd de specialitatea lor.

Aici, în cadrul Facultății tehnice a Universității din Michigan, cei care au citit în întregime manuscrisul și au făcut valoroase observații pe marginea lui sînt: decanul Gordon van Wylen; prodecanul H.W. Farris, D-na Farris și fiul lor Lawrence; adjunctul decanului, Raymond E. Caroll; membrii corpului didactic al facultății Donald T. Greenwood (astronautică); Elmer G. Gilbert (informatică și reglaje); Jerome H. Hemmye (mecanică) și Edward E. Hucke (metalurgie).

De asemenea am datorii de recunoștință pentru citirea manuscrisului față de: James M. Lafferty de la General Electric și fiului său Rolan; dr. Jo C. Moore, fiica mea; dr. John D. Goodman; d-na Goodman, fiica mea, și nepoata mea Lee; Del Coates; decanul A. K. Steigerwalt, director administrativ al Institutului Tehnologic din Detroit și Myron Tribus, decan la Colegiul Tehnic Dartmouth. Ralph M. Swingle, asistent general la consiliul de brevete de la Westinghouse Electric, mi-a dat cu amabilitate multe informații privind povestea discului lui Spencer, relatată în capitolul 13; E. F. Kurtz, director al biroului de patente de la Metals and Controls, mi-a furnizat o serie de date suplimentare.

Sînt în mod deosebit recunoscător soției mele pentru interesul arătat acestei lucrări cît și pentru revizuirea diverselor sale versiuni; directorului *Seriei de studii științifice* a Editurii Doubleday, Andrea Balchan, care prin atitudinea sa încurajatoare, prin sugestiile și observațiile sale pătrunzătoare a contribuit în mare măsură ca această carte să fie mai bună decît ar fi fost fără sprijinul său.

Întreaga mea recunoștință celor care m-au încurajat să pornesc pe calea acestei aventuri, cît și celor care mi-au dat sau mi-au trimis în mod amabil informații și date precise, dintre care unele au fost pentru mine de o valoare inestimabilă. Spațiul nu-mi permite să înșir cele peste o sută de articole, comunicări și cărți din care am extras și am folosit subiecte și idei.

Introducere

Introducerile se scriu anevoie : nici mie nu mi-e ușor s-o fac și presupun că nici altora. În timp ce mă frămîntam căutînd o soluție, mi-a venit deodată o idee. Mi-am rotit privirea prin laborator și mi-am ales cinci obiecte. Două din ele erau niște cilindri de ipsos cu lățimea și înălțimea de 2,5 cm. Al treilea obiect era tot un cilindru de ipsos, dar cu lățimea și înălțimea de 5 cm, iar ultimele două erau niște tije de aluminiu strălucitor avînd o lungime de 10—15 cm. Le-am pus pe toate pe o masă liberă și am bătut la mașină aceste cuvinte :

CUM POȚI UTILIZA ACESTE OBIECTE ÎN AȘA FEL ÎNCÎT ELE SĂ CONSTITUIE UN MODEL A CEVA DESPRE CARE PREDAI ACUM SAU AI PREDAT ÎN TRECUT ?

Am invitat apoi pe rînd în laborator pe doisprezece dintre colegii mei mai tineri. După citirea întrebării erau lăsați să procedeze după plac, într-un timp care nu era dinainte stabilit. Toți cei solicitați și-au închipuit același lucru la care vă gîndiți probabil și dumneavoastră : că doream să văd ce modele vor alcătui și, poate, cît de repede o fac. Dar nu acesta era scopul meu. În capitolul 8 al cărții de față voi arăta ce anume urmăream : eventuala corelație cu creativitatea.

Creativitatea : interesul pentru această facultate umană a crescut imens în anii din urmă. Psihologi și cercetători din diverse alte domenii o studiază sub cele mai variate aspecte și scriu despre ea lucrări, oameni de știință și ingineri dezbat, în scris, sau prin viu grai, problemele pe care ea le implică. Dar dumneavoastră, *viitorii* oameni de știință sau ingineri aflați încă pe băncile școlii, sînteți în situația celor „pierduți din vedere". Ce-i drept, vă cunoaștem într-o oarecare măsură, dar de scris n-am scris încă pentru voi. Cartea de față își propune să umple acest gol. *Este cartea voastră.*

Într-adevăr, peste vreo zece ani, din cine vor fi constituite oare tinerele forțe creatoare în artă, muzică, medicină, comerț, industrie, știință, și unde se află ele acum ? Ele vor fi alcătuite din *voi*, cei care sînteți acum sau veți fi în curînd pe băncile liceului sau ale facultății. Voi și colegii voștri (dintre care unii, din păcate, vor renunța) veți ocupa asemenea posturi încît va trebui să contăm pe creativitatea voas-

tră efectivă — şi acest lucru se va întîmpla surprinzător de repede. Poate că lucrul cel mai urgent pe care ar trebui să-l facem este să ne asigurăm de convingerea voastră că sînteţi *într-adevăr* creativi, că nu este niciodată prea devreme pentru a desfăşura o activitate creatoare şi că există factori care pot ucide creativitatea dacă sînt nesocotiţi.

A dispune de un mare talent creativ nu constituie totdeauna garanţia capacităţii de a-l folosi astfel încît să se obţină rezultatele optime. E vorba aici de un *know how*[1] ce trebuie învăţat, şi în această carte voi depune un efort maxim pentru a vi-l împărtăşi. Dar mai e ceva : mă îndoiesc în modul cel mai serios că această creativitate ar fi o însuşire care poate fi lăsată să vegeteze pînă în ziua cînd, deodată, veţi simţi nevoia de a o scoate la iveală şi de a o pune la treabă. Nu, ea are nevoie de antrenament.

Iată aşadar cîteva argumente în favoarea scrierii acestei cărţi. Dar de ce să fiu tocmai *eu* cel care o scrie ? Adevărul este că însăşi cartea cere să fie scrisă. În ceea ce mă priveşte, creativitatea m-a preocupat în mod deosebit vreme îndelungată. Ţinînd cursuri timp de aproape jumătate de secol viitorilor ingineri electrotehnici, am avut adeseori prilejul să le vorbesc despre invenţii, inventivitate, brevete. Dar mai presus de orice, în această perioadă

---

[1] Totalitatea informaţiilor necesare pentru a cunoaşte un proces tehnologic şi a-l putea realiza în practică : în cazul de faţă, *Know how* nu se referă la un proces tehnologic, ci la procesul creativ (*N.T.*).

îndelungată am acumulat o certă experienţă creativă. Am avut de înfruntat multe dificultăţi, şi în repetate rînduri. Ştiu ce înseamnă încercarea de a descoperi sau de a inventa ceva ; de a încerca şi de a da greş ; de a încerca din nou şi poate de mai multe ori, pentru ca apoi, într-un tîrziu, să guşti, ca răsplată, marea satisfacţie de a fi izbutit.

Una dintre preocupările mele mai deosebite a fost să realizez dispozitive de îmbunătăţire a materialelor didactice auxiliare, precum şi modele analogice pentru rezolvarea problemelor. Cartogramele mele de fluid şi-au găsit utilizarea în învăţămînt ; ele rezolvă unele probleme inginereşti dificile. Generatorii mei electrostatici şi alte dispozitive aduc servicii ca materiale didactice auxiliare, ajutînd la trezirea interesului pentru un domeniu foarte neglijat.

Înainte de ieşirea mea la pensie la sfîrşitul anului 1963, am ţinut, în toată ţara, o mulţime de prelegeri însoţite de demonstraţii pe temele arătate, în colegii şi universităţi, la firme industriale, grupuri de cercetare particulare şi de stat, congrese naţionale şi altele. După pensionarea mea, vagonul special înzestrat cu echipament pentru seriile de conferinţe cu demonstraţii a parcurs mai bine de 60 000 km pe teritoriul Statelor Unite şi al Canadei. Am fost astfel în contact cu sute de cadre universitare, cu mii de studenţi, cu mii de ingineri şi oameni de ştiinţă. Ca membru în Consiliul tehnico-ştiinţific al companiei Edison din Detroit am privilegiul de a face demonstraţii cu echipamentul electrostatic în cluburile ştiinţifice

din licee. Toate acestea, ca și prelegerile pe care le-am ținut cu privire la creativitate, au constituit un impuls pentru scrierea de față.

Ea este adresată acelora care, dotați cu spirit creativ, nu pot fi totuși pe deplin satisfăcuți cîtă vreme această forță lăuntrică a lor nu se poate afirma și nu-și găsește utilizare. Dacă deschizînd spiritului vostru creator o cale pe care el să se poată manifesta din plin, spre folosul societății, veți obține, odată cu propria voastră mulțumire sufletească, renume și răsplată materială, sau toate laolaltă, cu atît mai bine.

NOTA E.E.R. LA EDIȚIA ÎN LIMBA ROMÂNĂ

Ținînd seama de limita de volum impusă de parametrii colecției „ORIZONTURI", în care apare lucrarea de față, Editura enciclopedică română a efectuat în text cu asentimentul Editurii Doubleday & Comp., unele prescurtări neesențiale.

1

Sînteţi creativ?

Desigur că sînteţi. Băiat sau fată, bărbat sau femeie, oricine aţi fi, aveţi aceste cuvinte înaintea ochilor şi le citiţi. Aceasta vă califică drept fiinţă umană şi ca atare vă permite să vă alăturaţi Clubului creativităţii.

După cum ştiţi, nici unul dintre animale nu poate citi şi nu o va putea face vreodată. Poate că unele dintre ele sînt capabile de ceea ce numim gîndire, dar numai într-o măsură extrem de limitată. Viaţa şi activităţile lor, uneori bogate şi variate, sînt însă determinate şi limitate de instincte şi de reacţii în mare măsură automate. Noi oamenii avem nu numai creier cu care gîndim, dar şi posibilitatea de a reţrăi trecutul şi chiar pe aceea de a anticipa viitorul. Cînd un animal se află în faţa unei dificultăţi, el poate pur şi simplu s-o oco-

lească, procedînd în acelaşi fel în toate împrejurările similare. Pentru noi, o dificultate este o provocare. Cum am putea s-o depăşim ? Cum am putea s-o schimbăm ? Am putea oare modifica o dificultate în aşa fel încît ea să ne devină folositoare ?

De cîte ori un animal descoperă ceva ce îi este folositor, ca, de pildă hrana, el va căuta să ia din aceasta cît mai mult. În timpul trecerii bancurilor de somoni printr-un fluviu din Alaska, urşii vor veni zilnic să înfulece peşte. După ce bancurile trec, ursul va reveni la mijloacele sale obişnuite, mai dificile, de procurare a hranei. Ursului nu-i va trece prin minte să facă ceva pentru a spori numărul de somoni şi a-şi îmbunătăţi astfel condiţiile de trai.

Omul este însă un animal deosebit. Ca şi ursul, nici el nu poate prelungi durata de trecere a bancului de somoni. Fiind însă o fiinţă creativă, în mintea lui *poate* încolţi gîndul de a aduce somonul în rîurile şi lacurile unde nu pătrunsese încă niciodată. El însămînţează cu icre de somon un lac unde acest peşte nu exista. Puieţii rezultaţi înoată în josul apei spre mare, unde se dezvoltă, pentru ca apoi să se întoarcă în acelaşi lac. Somonul are această minunată calitate de a regăsi drumul de întoarcere „acasă“ şi, mînat de instinct, nu dă greş. Se împletesc în acest caz, remarcabila calitate creativă a omului şi instinctul orb al somonului, spre folosul celui dintîi, care-şi asigură astfel, pe lîngă plăcerea de a pescui, şi aprovizionarea cu hrană.

Creativitatea celor foarte tineri

Poate oare un copil de douăzeci și două de luni să-și manifeste creativitatea? Poate. A și făcut-o. Este cazul micuței Lee, nepoata mea. Cu ocazia unei vizite în California, am luat-o pe Lee la o plimbare prin Redlands. Mergeam încet prin împrejurimi și am ajuns într-o grădină de portocali. Erau portocale în pomi și portocale pe jos — o grămadă. Ne plimbam încet prin grădină. Lee se opri deodată în fața a patru portocale deosebit de frumoase. Simțeam cum în mintea ei se naște gîndul: să le ia acasă! Lee se aplecă și luă cîte una în fiecare mînă. Mai rămîneau două. Probabil din instinct, ea puse portocala din mîna dreaptă în îndoitura cotului stîng. Ridică cea de a treia portocală. Mai rămînea una. Puse din nou pe cea din mîna dreaptă în același loc. Atunci prima portocală căzu. Încercă din nou. Același eșec. Acel mic lăcaș al cotului nu putea ține decît o singură portocală. O pauză. Și iată, acest copilaș al cărui vocabular se limita la „mîncare", „lumină" și „apă" și încă vreo cîteva cuvinte, deveni deodată creativ. Fetița îmi încredință mie două portocale, luă pe celelalte două și plecarăm biruitori. Desigur, pe ea explozia mea de rîs și faptul că am continuat să rîd pe drum, au mirat-o. Spiritul creativ al copiilor poate fi observat adeseori și eu cred în el; una dintre cele mai stringente probleme ale noastre este de a găsi modul adecvat în care ei să poată păși pe acest drum, de la adolescență la maturitate.

Oamenii comozi, conservatori, mulţumiţi de sine nu creează. Şi cum ar putea s-o facă ? Ei *acceptă lucrurile aşa cum sînt.* Creativitatea înseamnă, într-un fel sau altul, *schimbare,* ceea ce presupune două feluri de modificări. În primul rînd, ceva ce intrase în rutină se transformă în *scop creator.* În al doilea rînd, faptul de a se fi creat ceva nou atrage o schimbare a individului însuşi ; adesea aceasta influenţează şi pe alţii.

Procesul de creaţie nu este un act comod. El implică încordare, o anumită tensiune. Tensiunea este parte integrantă a jocului, căci acest proces implică o anumită perturbare, uneori o stare de accentuată nelinişte. Cred că simţămîntul tensiunii — al unei tensiuni *exagerate* — ajunge la apogeu atunci cînd încerci să creezi într-un domeniu pentru care îţi lipseşte vocaţia. Iubesc muzica bună şi am o puternică dorinţă nesatisfăcută de a compune ceva. Am reuşit să fac două sau trei cîntecele, cu totul neinteresante, pentru uzul familiei şi al prietenilor ; cu un efort disproporţionat, am scris melodiile — foarte simple — ale acestor cîntece. Experienţa a fost suficientă ca să-mi impună de aici înainte o legitimă rezervă : capacitatea mea componistică s-a dovedit a fi foarte slabă. Astfel, de cîte ori încerc să gîndesc o nouă melodie, preocuparea pricinuită de gîndul de a o scrie provoacă o tensiune psihică neplăcută. Aceasta mă inhibă. Renunţ

și mă ocup de altceva pentru care sînt mai dotat.

Lucrul acesta este valabil pentru fiecare dintre noi. Ne deosebim prin capacitățile și talentele individuale, mai puternice sau mai slabe. Strădania de a cultiva talente acolo unde ele nu există le-a stricat multora viața. O primă condiție pentru a fi fericiți în viață constă în a descoperi domeniul pentru care sîntem mai bine înzestrați și a folosi talentul astfel identificat pentru scopuri creative.

Un creator nu va fi cu adevărat fericit decît lansîndu-se cel puțin din cînd în cînd într-un proces creativ. El are nevoie de o astfel de descătușare : să-și dea frîu liber și să întreprindă ceva. Cînd o face, impulsul creativ este însoțit de o anumită tensiune. Această abandonare a unei stări de comoditate este exact ce-i trebuie pentru a persevera în preocuparea care a pus stăpînire pe el.

Scrisul sub tensiune

Scrierea unei cărți este un act de creație ; mai bine zis, el constă într-o serie de acte creative. Care este părerea dv. despre modul în care se scrie o carte ? Poate vă închipuiți că lucrurile se petrec astfel : îți alegi un subiect ; faci un plan ; cauți un loc potrivit, liniștit, ca să nu fii întrerupt, deranjat, constrîns în vreun fel și apoi „îi dai drumul" ! De-ar fi atît de simplu ! Scriitorii se deosebesc mult între ei

în ce privește modul în care își organizează procesul de elaborare, cadrul de lucru și așa mai departe. Probabil că ei sînt diferiți și în ce privește tensiunea psihică. Cît despre mine, scrierea unui material original constituie un act creativ căruia îi este *inerentă* o anumită tensiune creativă. De aci nu rezultă însă că ea este ceva neplăcut. Odată cu tensiunea — relativ moderată — de care am vorbit, te apasă însă și gîndul că ceilalți (și chiar tu însuți) vor citi într-o zi cele scrise.

Putem vorbi de creativitate în orice domeniu de activitate umană, și aceasta include, bineînțeles, și scrisul. Tensiunea cea mai puternică pe care am simțit-o vreodată a fost atunci cînd am scris poezii.

Elaborarea de lucrări tehnice, cu care m-am îndeletnicit mult, este foarte diferită de aceasta, din două motive : pe de o parte, în domeniul tehnic munca creativă a fost efectuată dinainte, iar pe de altă parte, e mult mai ușor să-ți expui ideile în proză decît să scrii poezie. Dar și elaborarea unei lucrări tehnice are cerințe creative proprii. Ea trebuie să corespundă exigențelor colegilor de specialitate. Se pun multe probleme, în ceea ce privește atît conținutul, cît și forma lucrării. Te afli tot timpul sub presiunea necesității de a exprima totul cu maximă claritate. Cum e mai bine : *să spui* un anumit lucru sau să te oprești și să înlocuiești o mulțime de cuvinte printr-un grafic ? Acestea și multe alte cerințe fac ca tensiunea să fie creativă și să izbutești în elaborarea unei lucrări care vrei să fie citită și apreciată.

Unele probleme privitoare la creativitate

Oare copiii creativi devin apoi adolescenți creativi și adolescenții creativi devin, la rîndul lor, adulți creativi ? Cel mai „strălucit" tînăr din clasa voastră este, oare, de asemenea, și cel mai creativ ? Este oare o strînsă legătură sau corelație între ceea ce numim inteligență și creativitate ? Sau nu este ? Elevii cu cel mai înalt coeficient de inteligență sînt cei care se bucură de aprecierea profesorilor ? Și ce atitudine au aceștia față de elevul dotat cu un înalt spirit creativ ?

Poate fi înăbușită creativitatea sau va supraviețui ea în orice condiții ? Poate o creativitate medie să fie astfel încurajată încît să se transforme într-o creativitate puternică ? Capacitatea creativă într-un anumit domeniu este ea înnăscută sau poate fi dobîndită ?

În general, oamenii cu creativitate egală, în condiții la fel de favorabile, vor fi la fel de creativi, sau aceasta depinde în mare măsură de bunele deprinderi de muncă ?

Cînd într-un laborator de cercetări se află laolaltă oameni de știință sau ingineri, este mai important să le creezi condițiile materiale dorite, sau să te asiguri că în interiorul laboratorului, precum și între el și exterior, domnesc bune relații ?

O persoană înzestrată cu un înalt spirit creativ va găsi oare prin ea însăși, „în mod firesc", cele mai bune căi pentru a-și folosi aptitudi-

nile și a obține astfel rezultate ? Sau îi va fi mult mai de folos să-și asimileze cunoștințele acumulate în problema respectivă ?

Este oare capacitatea de creație a bărbaților și a femeilor egală în toate domeniile ? (Vom amîna această delicată problemă pînă la capitolul 13).

Este mult mai ușor să pui întrebările decît să dai răspunsurile. Procesul de creație implică activități ale gîndirii : de vreme ce sîntem ființe gînditoare, de ce n-am folosi însăși gîndirea pentru a afla „cum lucrează ea" ? De ce n-am izbuti stînd în acest fotoliu și concentrîndu-ne, să-i smulgem gîndirii secretele ? Cu rare excepții, aceasta se dovedește însă a fi o activitate foarte puțin rodnică. De fapt, problema nu-i chiar atît de simplă.

Pînă nu de mult aceste probleme și altele din sfera lor au făcut să se acumuleze mai degrabă opinii personale decît răspunsuri întemeiate. În această privință mai avem încă un drum lung de parcurs. În ultimele două sau trei decenii am aflat însă o mulțime de lucruri despre această activitate insesizabilă numită creativitate. Numeroasele fațete ale problemei au fost studiate aprofundat de specialiști, din diferite unghiuri și puncte de vedere. O carte care ar încerca să treacă în revistă în mod explicit tot ce s-a scris în acest domeniu și care s-ar referi nu numai la studiile pertinente, ci și la ipotezele vrednice de atenție ar deveni ex-

trem de voluminoasă. Eu însă n-am nici cea mai vagă intenţie să scriu o astfel de carte şi, dealtfel, nici dv. n-aţi citit-o.

Lucrarea de faţă îşi propune scopuri modeste şi simple. Pe măsură ce interesul dv. pentru creativitate va creşte, vă va bucura, desigur, şi numărul tot mai mare de noi lucrări şi cărţi care se ocupă de interpretările şi cercetările inedite din acest domeniu vast şi cu adevărat fascinant.

2

Ingeniozitatea

Ingeniozitate: *aptitudine sau capacitate de a inventa cu ușurință; abilitate sau pricepere de a născoci sau a combina; pricepere sau iscusință de a proiecta sau inova.* (Webster's International Dictionary, ed. II neprescurtată)

Nu este întîmplător că *ingeniozitatea, ingenios* și *inginer* sună atît de asemănător. Se presupune că un inginer este un om ingenios, iscusit în a proiecta sau combina. Și dacă el își poate depăși deprinderea de a *proiecta* produse tehnice, devenind *creativ,* el are totodată și „aptitudinea sau capacitatea de a inventa cu ușurință". Titlul lui, „inginer", a trecut prin multe forme. Una dintre acestea, *Ingenor,* a fost adoptată recent ca titlu al unei publicații semestriale, scoasă de Colegiul inginerilor din care fac parte și eu.

Desigur că ingeniozitatea se manifestă pentru prima dată în timpul copilăriei. Copiii sînt deosebit de creativi. Ei alcătuiesc o mică omenire foarte ocupată cu fel de fel de încercări și de experimente. O parte din această neîn-

cetată activitate este desemnată de cei vîrstnici prin expresia „a face pozne“ (și uneori pe meritate !). Dar o mare parte din aceste „încercări“ sînt vital necesare pentru a învăța „din ce e alcătuită lumea“. Copilul învață într-un ritm formidabil. Chiar un copil mic își dă seama cît de sus poate înălța o serie de cuburi înainte ca ele să se prăvălească. Mai tîrziu el va încerca același lucru cu pahare — dar numai o dată !

Uneori, măsura ingeniozității copilului constă în iuțeala cu care fuge de urmările unei pozne, cel puțin pînă ce victima se mai calmează întrucîtva. Poate vă amintiți de astfel de întîmplări ?

Am să-ți arăt eu ție!

„Am să-ți arăt eu ție !“ Cînd erați mic ați rostit vreodată aceste cuvinte ? Doar dacă n-ați fost cumva crescuți în vid, altfel e sigur că le-ați spus. Copiii mici sînt uneori cît se poate de drăgălași. Și cît se poate de infernali alteori. Mi-amintesc de vremea cînd eram încă foarte mic și mocnea în mine acea dorință „să le arăt eu“. Era el, fratele meu mai mare, expert în a mă hărțui, dar nici eu nu mă lăsam. Sătul de a-i fi mereu victimă, căutam mijloace de a mă răzbuna.

Ingeniozitatea mea „a erupt“ într-o zi de vară, cînd mi-a venit o idee cu adevărat strălucită. Tovarăș iubit de joacă mi-era pe atunci tubulatura unei jumătăți de bicicletă. La ferma

noastră aveam porumb. Am curățat boabele de pe un știulete pentru a umple bine țeava și am astupat unul dintre capete cu ciocălăul. Ținînd în sus ambele capete, am umplut țeava cu apă. Stăteam în tinda din spatele casei, așteptînd momentul favorabil.

...În sfîrșit veni și fratele meu. Îi lansai provocarea, spunîndu-i că el nu era în stare să facă ciocălăul să sară. Plin de dispreț, el apucă țeava, trase aer adînc în piept, puse buzele la capătul liber și suflă. Ciocălăul țîșni din țeavă, dar, odată cu el, și apa și boabele de porumb, care împroșcară toată tinda. Desigur, contam pe faptul că el va trebui să curețe murdăria făcută. Chiar atunci apăru și mama, sesiză situația și spuse : „Arthur, cureți asta imediat !“ Și astăzi mai sînt de părere că a fost un experiment grozav, unul din cele care dovedesc „priceperea sau iscusința de a proiecta sau inventa“.

Numai întîmplarea a făcut ca după aceea totul să se întoarcă împotrivă-mi. N-am știut să cîștig opinia publică. Rezultatul a fost că ideea răzbunării a mocnit în sufletul meu și mai tare. Nu, niciodată n-am putut să-l ajung din urmă pe frate-meu.

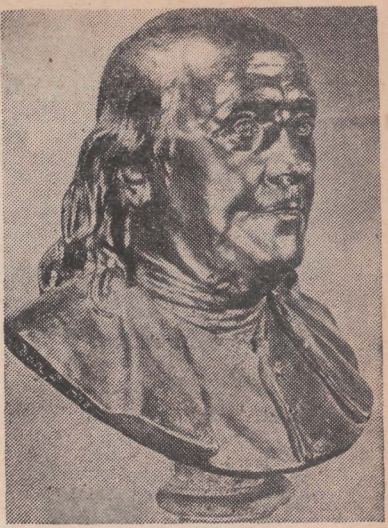
Exemple mai vechi de ingeniozitate

Pentru a putea supraviețui iernii arctice, eschimosul trebuie să aibă carne de focă, piele de focă și tendoane de focă cu care coase îmbrăcămintea făcută din piele de focă. Din loc

în loc, în stratul de gheață, sînt copci prin care focile respiră. De fapt, ele pot rămîne în adînc mult timp, dar mai devreme sau mai tîrziu sînt nevoite să urce pentru a respira. Cînd foca apare, eschimosul este și el acolo cu ostia lui. Există totuși o dificultate. Foca are auzul foarte fin. Cînd vînătorul se îndreaptă spre copcă, oricît ar merge el de încet, foca îl aude și înoată către altă copcă de respirație, ceea ce ar putea avea ca urmare, pentru eschimos și familia lui, înfometarea. Întrebare : sînteți destul de ingenioși să rezolvați această problemă de viață și de moarte, înainte de a vă spune eu, în cele ce urmează, cum a rezolvat-o eschimosul ?

Iată-l acum pe *Otto von Guericke* (1602—1686), unul dintre cei mai ingenioși oameni ai secolului al șaptesprezecelea. A luat parte la războiul de treizeci de ani și a fost primar al orașului Magdeburg timp de treizeci și cinci de ani. În cursul anului 1645 el a inventat prima pompă de vid. Apoi, în jurul anului 1660, el a dat omenirii prima noastră mașină electrică. Aceasta — de fapt, un generator electrostatic cu frecare — avea montată pe un ax o sferă netedă de sulf. Cînd sfera se rotea și mîinile se frecau de ea, se dezvolta „electricitate de frecare". Și acum, dacă ați fi fost fiul lui cel mic și el v-ar fi spus : „Am nevoie de o sferă netedă de sulf ; ai vreo idee cum s-ar putea face ?" — ați fi știut să răspundeți ? Guericke s-a gîndit la următoarea soluție. Acest om ingenios dispunea de un balon suflat din sticlă ; el a turnat sul-

Benjamin Franklin



ful topit în învelișul de sticlă ; după aceea a spart sticla. Simplu, nu ? Poate credeți că a încredințat dificila problemă sticlarului ? Nicidecum. El *cunoștea meșteșugul* acelor oameni pricepuți, așa cum și eu știu cîte ceva din această îndeletnicire, pentru că, pe vremea cînd eram copil obișnuiam să mă plimb prin fabrica de sticlă din orașul meu (sînt destul de mîndru că un frate al bunicului meu, sticlar, a suflat sticla pentru ferestrele de sus ale Capitoliului din Washigton). Nu, nu este un secret pentru un sticlar să confecționeze un ireproșabil balon sferic.

...Și acum gîndiți-vă la un alt om, un pictor portretist de mare succes care a renunțat la

pictură pentru a se ocupa de invenții ; a avut de întîmpinat mari greutăți pînă să i se realizeze speranțele. Copilăria lui atestă din nou că în general copiii creativi sînt înclinați să se țină de drăcii. Sper să aveți cîndva ocazia să citiți mai mult despre acest om în cartea *Marii inventatori ai Americii* [1]. Citim acolo că pe vremea cînd nu era încă decît un băiețaș, „era neastîmpărat și nu tocmai ușor de disciplinat". A învățat la Academia Philips. „Era un băiat sănătos, vînjos, înclinat să se cufunde în citirea unor cărți pe care programul nu le cerea". Îl pasionau biografiile oamenilor celebri. „...Viguros, glumeț, neastîmpărat și un cititor neobosit!" A devenit unul dintre cei mai celebri pictori ai timpului său. Și iată o altă trăsătură a lui, plină de semnificație : *nu se împăca cu încetineala poștei și năzuia să găsească un mijloc de comunicații rapid.* În 1832 se întorcea cu vasul Scully din una dintre călătoriile întreprinse în Europa. Cu același vas călătorea Dr. Charles T. Jackson din Boston, unul dintre pionierii tehnicii anesteziei. S-a întîmplat că Jackson să relateze unui prieten unele încercări de dată recentă din care rezulta proprietatea electricității de a se propaga cu o viteză enormă. Auzind cele relatate de Jackson, pictorul nostru spuse : „Dacă prezența electricității poate fi făcută vizibilă în orice punct al circuitului, nu văd vreun motiv pen-

[1] John C. Patterson, *America's Greatest Inventors*, Thomas C. Crowell Company, New York, 1943.

Michael Faraday

tru care informațiile să nu poată fi transmise instantaneu cu ajutorul electricității".

Problema aceasta l-a frămîntat în tot restul călătoriei. De fapt el avea puține cunoștințe, chiar foarte puține, cu privire la fenomenele electrice și știa și mai puțin, dacă nu chiar nimic, cu privire la încercările altora — dealtfel nereușite — de a realiza un telegraf electric. De-abia în 1843 Congresul se hotărî să finanțeze o linie telegrafică de la Washington la Baltimore. În sfîrșit, în cursul anului 1844, *Samuel F. B. Morse* (1791—1872), ex-pictor și inventator al telegrafului și al codului Morse a transmis primul său mesaj. Dar pînă să-i fie acceptată și răspîndită invenția, Marse a mai trebuit să facă față multor greutăți ; pentru a-și apăra brevetele, el a avut, în continuare, mult de furcă cu instanțele judecătorești. Dar pînă la urmă a izbutit.

La vreo șase ani după ce Morse transmisese mesajul amintit, un tînăr pe nume *Alfred*

William Howitt părăsea Anglia, îndreptîndu-se spre Australia, unde se și stabili, devenind astfel, la treizeci și unu de ani, explorator. „Era un om serios și inteligent, antropolog și geolog totodată, un adevărat om al tufișurilor". Preiau această descriere din cartea lui Allan Moorehead [1], o excelentă relatare a primei expediții în ținuturile încă neexplorate ale Australiei. Priceput organizator, Howitt deveni ulterior un antropolog de prestigiu și președintele Asociației australiene pentru răspîndirea științei. Primise, la treizeci și unu de ani, sarcina de a conduce o expediție de regăsire și salvare a doi cercetători. Pe unul l-a găsit mort, iar pe celălalt pe moarte. Pentru a putea comunica cu Melbourne adusese cu sine porumbei călători. Cînd îi puse însă la încercare, constată că nu puteau zbura. Fuseseră purtați sute de kilometri în spatele cămilelor și, în colivia lor strîmtă, penele aripilor lor avuseseră de suferit. Omul nostru se găsea acum în fața unei grele probleme. Deși lipsit de experiență, Howitt știu să-i facă față. El împușcă niște porumbei sălbatici, fixă porumbeilor călători penele luate de la cei sălbatici și porumbeii, deprinși să-și poarte mesajele, zburară perfect. Exploratorul află însă cu părere de rău că n-au putut totuși ajunge la destinație. Primii trei au căzut victimă șoimilor, iar cel de-al patrulea, folosindu-și dreptul de a supraviețui, refuză să-și încerce norocul. V-am făcut un portret sumar

[1] *Cooper's Creek* (Pîrîul Cooper), Dell Publishing Co., N.Y., 1963.

al lui Howitt, om cu multilaterale aptitudini, care a dat dovadă de o mare ingeniozitate în rezolvarea unei probleme cu totul noi.

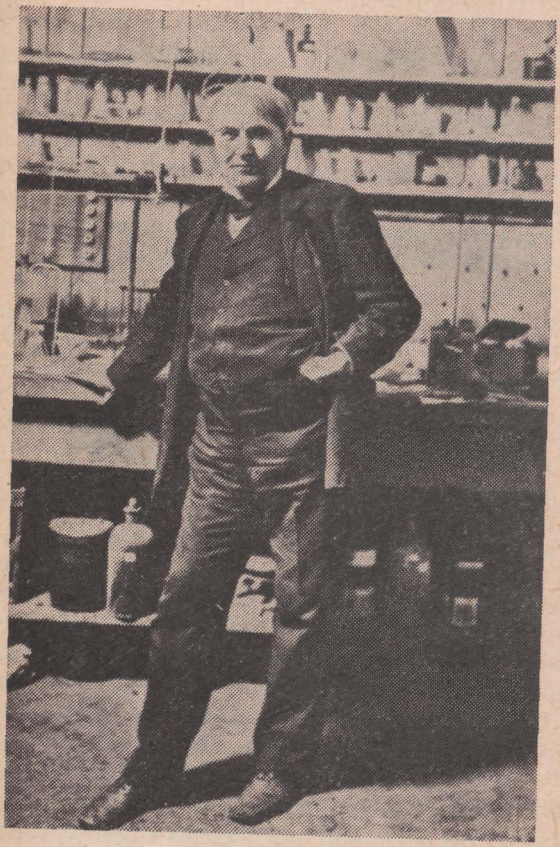
Cum ați scos-o la capăt cu problema eschimoșilor? Soluția: *Doi* vînători se îndreaptă către aceeași copcă de respirație, mergînd în același pas. Unul se oprește lîngă copcă, celălalt trece mai departe. Auzindu-l pe cel ce se îndepărtează, foca crede că lîngă copcă nu mai este nimeni și că deci poate respira prin ea fără teamă.

Cîteva exemple mai noi

Ați măsurat vreodată viteza sunetului? Eu am măsurat-o. În 1949 secția noastră s-a mutat într-o aripă nouă, cu coridoare lungi. Din fundul unui asemenea coridor, unde era situat laboratorul meu, puteam obține un ecou foarte clar. Într-o duminică (eram singur acolo) mi-am scos ceasul și l-am ținut astfel încît să pot citi secundele. Foloseam bătăi regulate din palme pentru a obține coincidența dintre o bătaie și ecoul bătăii precedente. Am numărat bătăile timp de optsprezece secunde. Pentru măsurarea distanței am folosit pasul. O aritmetică simplă a făcut restul. Credeți-mă sau nu, dar am obținut un rezultat cu o aproximație de 2% față de valoarea reală a vitezei sunetului. Cam neștiințific, nu? Desigur, au fost erori? Au fost. Erorile s-au compensat astfel încît s-a obținut un rezultat bun? Așa cred.

Dar, în primul rînd, mi-a făcut plăcere ; în al doilea rînd, această întîmplare ne arată cam cum procedează oamenii de știință și tehnicienii care, în dorința de a-și verifica o ipoteză, efectuează o primă experiență. Nu trebuie uitat că primul și cel mai important lucru constă în folosirea *mijloacelor celor mai simple și mai directe pentru ca efectul dorit să fie pus în evidență destul de clar*. Numai *după* această primă etapă se justifică cheltuielile suplimentare și numai pentru ca, printr-o rafinare a metodei de lucru, să se obțină o precizie mai mare.

Desigur, atunci cînd la secția de metale nucleare din Textron s-a pus problema realizării unui nou procedeu pentru alicele sferice de metal, a fost încercată mai întîi o instalație simplă, experimentală. Diversele metale în formă de alice își găsesc numeroase aplicații ; unele din acestea au dimensiuni apropiate de aceea a pulberii. Un procedeu actual folosește un anumit fel de arc electric. Este vorba de un electrod de tungsten care *nu se topește* și un electrod *fuzibil*, confecționat din metalul ce trebuie adus la forma alicelor. Dacă ne-am rezuma doar la atît, s-ar putea ca metalul topit să se scurgă în formă de picături, împroșcînd pardoseala. Pentru a evita acest lucru (și aici intervine ingeniozitatea) electrodul fuzibil este *rotit*. În timpul rotirii se produc granule ; tensiunea superficială le dă forma sferică ; ele se solidifică înainte de a se lovi de pereții încăperii. Întregul proces se desfășoară într-o at-



Thomas Alva Edison

mosferă de gaz inert. Ingenios ? Foarte. Simplu ? Minunat de simplu.

Ați auzit cumva de *Frederick G. Cottrell ?* La începutul secolului, inegalabilul Cottrell, un fizician chimist, a realizat procedeul de precipitare electrostatică a fumului și a particulelor din gaze ; orice tehnician și om de știință ar trebui să citească lucrarea *Cottrell — samaritean al științei,* de Frank Cameron [1]. Într-o vreme cînd toți veneau la „Cot" să-i ceară ajutorul pentru găsirea unei soluții la problema care-i preocupa, un ins pe nume Buckner Speed sosi și el, împins de o idee admirabilă referitoare la posibilitatea dirijării țițeiului din Backersfield — California, pînă pe coastă, unde urma să fie preluat de rafinării. În cazul de față o conductă obișnuită nu putea da rezultate : țițeiul respectiv era prea vîscos ; pentru a fi vehiculat ar fi fost necesare prea multe stații de pompare intermediare. S-ar putea spune că acest Speed se gîndea la un mijloc de *a lubrifia țițeiul.* Pentru aceasta, el a inventat „conducta ghintuită" : un tub cu canelură în forma unei lungi spirale. El presupunea că dacă, odată cu țițeiul, s-ar pompa și o anumită cantitate de apă, canelura elicoidală ar da masei de lichid o mișcare de rotație ; apa, mai densă, prin acțiunea forței centrifuge va forma o peliculă pe peretele interior al tubului, iar țițeiul va aluneca cu ușurință în interiorul acestei pelicule. Este sau nu aceasta ingeniozitate ?

[1] Frank Cameron, *Cottrell — Samaritan of Science,* Doubleday and Co., New York, 1952.

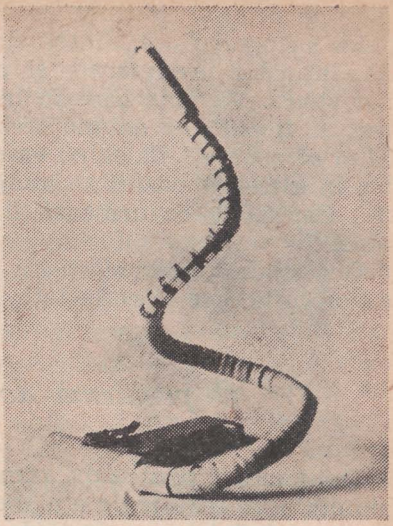
Pentru a-și verifica ideea, Speed a improvizat la început o mică instalație de încercare. În scopul realizării unei conducte canelate s-au colectat patru milioane de dolari. Ea a purtat, într-adevăr, țițeiul pînă la coastă. Dar curînd după aceea nimeni nu a mai vrut să audă de ea, căci, în timp ce rafinăriile cumpărau țiței cu un procent de apă de cel mult 2%, acest țiței avea un conținut de apă mai mare. Ghiciți ce se întîmpla de fapt? Fiecare stație de pompare lucra ca un mixer — un emulgator. Atunci Buckner Speed a venit din nou la Cottrell. Ar putea „Cot" să scoată apa? „Cot" nu se gîndise niciodată la așa ceva. Dar dacă forțele electrostatice pot să elimine fumul și particulele de gaze — raționa el — de ce n-ar putea să îndepărteze particulele de apă din țiței? Și în cazul acesta s-a putut vedea că atunci cînd este vorba de verificarea unei ipoteze, încercarea preliminară necesită aceeași iscusință de neprețuit. Cottrell a folosit cîteva din aparatele sale, instalația a funcționat, și astfel proiectul conductei canelate a fost salvat. S-au ivit însă unele dificultăți. Instalația funcționa perfect la debite mici și mai puțin bine la debite și presiuni mari; pînă la urmă ea a trebuit să fie abandonată, dar metoda lui Cottrell de extragere a apei a rămas. Unele sonde petroliere produc un țiței încărcat cu apă. Încă din 1948, procedeul Cottrell efectua dezemulsionarea unui astfel de țiței, într-o instalație cu o capacitate de jumă-

tate de milion de barili [1] pe zi. După cîte sînt informat, procedeul amintit concurează cu diverse procedee chimice destinate tratării unor astfel de țițeiuri.

Ar putea oare un om, folosindu-se de un cîine-jucărie, să vină în ajutorul zborurilor cosmice? Da. *Theodore Marton* de la General Electric se ocupa de următoarea problemă. Un astronaut se găsește în afara navei, agățat de capătul cordonului său special și la un moment dat se află într-o situație critică. Pilotul navei trebuie să-l tragă înăuntru. Dar tragerea cu un cordon flexibil este greu controlabilă și acțiunea ar putea fi fatală. Iată acum sursa ideii lui Marton. El se distra acasă cu cîinele-jucărie al copilului său, făcut din mărgele înșirate pe sfori. Cu sforile întinse, șirurile de mărgele sînt rigide și cățelul se ține bine pe picioare. Cînd sforile sînt destinse, cățelul cade. Observarea jucăriei a constituit primul impuls, iar ingeniozitatea a făcut restul.

În cordonul Flexo-Firm al lui Marton, o serie de elemente cuplate, în genul racordului cu rotulă, sînt străbătute de un cablu central. Cu un cablu destins aveți o funie, cu un cablu întins obțineți o bară rigidă. Este de semnalat că toți ne-am jucat cu elementele componente ale acestei invenții și mulți *ar fi putut* deci s-o realizeze. Dar nimeni altcineva *n-a făcut-o.*

Un baril = 119 litri (*N.T.*).



Cordonul cu flexibilitate variabilă pentru astronauți „Flexo-Firm", inventat de Dr. Theodore Marton

Acest caz dovedește în modul cel mai evident că numeroase invenții pot fi făcute chiar *fără* absolvirea unui institut de învățământ superior, fără cine știe ce tehnici rafinate, fără folosirea calculelor dificile și așa mai departe. Nici una din acestea nu va putea înlocui vreodată observația pătrunzătoare, interesul plin de pasiune și ingeniozitatea.

S-ar părea că în multe cazuri oamenii ingenioși se îndreaptă în modul cel mai direct și firesc spre soluțiile problemei. Să nu considerăm totuși această situație ca tipică. Pe măsura explorării vastului domeniu al creativității, vom descoperi mai degrabă o misterioasă scli-

pire pe drumul ce duce de la dorința inițială către succesul final. Sînteți un Howitt în zona pămînturilor neexplorate și porumbeii dv. nu pot zbura. Vă vine oare în minte „în mod direct și firesc", ce anume trebuie făcut pentru ca ei să zboare ? Calea pe care o străbate mintea în astfel de cazuri se numește *proces creativ*. Capitolele ce urmează îl vor lămuri mai bine.

Deocamdată, permiteți-mi să vă dau un exemplu la care să reflectați.

O problemă de perspicacitate

Tema aleasă pentru dv. provine din industria aluminiului. Înainte de a o aborda să ne întoarcem cu gîndul la șopronul de lemn din spatele casei preotului din Oberlin, Ohio, unde Charles Martin Hall își improvizase, în anul 1886, laboratorul. Acolo, în micul laborator, la data de 23 februarie, acest tînăr de douăzeci și doi de ani a izbutit să prepare aluminiul folosind un procedeu electrolitic. Această realizare a constituit pentru noi un mare progres. Dar, lucru foarte curios, Charles Héroult, în Franța, a făcut aceeași descoperire, în mod independent și aproape în același timp. Mai mult încă, cei doi inventatori s-au născut și au murit în același an (1863—1914).

Aluminiul făcut prin procedeul Hall este mai întîi turnat în bare groase. Acestea sînt apoi trase, extrudate sau laminate în foi. În

procesul de elaborare a foilor, o foaie groasă devine din ce în ce mai subțire, pe măsura laminării ei succesive. În final se obține foaia cea mai subțire pe care cilindrul laminor o poate debita.

Dar, vă rog, răspundeți-mi : dacă ar fi necesară o foaie și mai subțire, am putea oare s-o obținem apropiind în continuare, și mai mult, cilindrele laminorului unul de altul ? Și în acest caz bătrîna experiență ne arată cum stau lucrurile. Nu e posibil ! De ce ? Cînd se ajunge, în acea ultimă etapă, la suprafețele de contact, se aplatizează însăși cilindrii. Asta e tot ! Ceea ce vă relatez acum mi-a fost și mie povestit și n-aș putea să garantez de exactitate pînă în cele mai mici detalii. După cum mi s-a spus, o întreprindere și-a dat seama că dacă ar putea să obțină foi de aluminiu de două ori mai subțiri, ele s-ar vinde foarte bine, fiind necesare la fabricarea vaselor de bucătărie. După cum știți, gospodinele folosesc multe obiecte făcute din tablă subțire de aluminiu. Și acum problema : poți găsi mijlocul de a face ca cea mai subțire tablă laminată să devină de două ori mai subțire și asta fără să coste mult ? Iată un caz în care piața impune condiții foarte riguroase. Dacă n-o obții foarte ieftin, tabla nu se va vinde. Orice procedeu costisitor se elimină astfel de la sine. De exemplu, un specialist în galvanizări ar putea-o face pe cale electrolitică. Cu ce preț însă ? Sînt sigur că prețul ar fi cu mult mai mare decît cel actual.

Aflîndu-mă odată în fața unui public pestriț, în Ottawa (Canada) și enunțînd această problemă, o gospodină a rezolvat-o înainte de a-mi fi terminat conferința.

Vreți să știți răspunsul ? Iată-l. După ce tabla a fost laminată cît mai subțire cu putință, dar rămînînd totuși de două ori mai groasă decît se dorește, prin cilindrii laminorului se trec *două* astfel de table simultan.

3

Cum să vă țineți trează creativitatea

„La șaptesprezece ani, în 1581, el s-a înscris la Facultatea de medicină din Pisa. Datorită necontenitelor sale întrebări cu privire la texte în cadrul cursurilor la care asista, era considerat ca un om de un individualism rar. Acest mod de comportare l-a făcut antipatic celor mai conservatori dintre profesori și dintre colegii săi" [1]

Galileo, antipatizat de profesori și de o bună parte dintre colegi, ne poate oferi exemplul unui tînăr cu spirit creator, privit însă în școală cu neîncredere.

Cartea de față, destinată vouă, tinerilor, ridică această problemă de primă importanță. De ce oare puternica creativitate a copilului dispare atît de frecvent înainte de adolescență ? Sau, dacă ea se mai menține pînă atunci, de ce piere ea înainte de atingerea maturității ? Nenumărate mărturii acumulate pînă acum vin să confirme acest fapt, care constituie o tragedie atît pentru individ cît și pentru omenire.

---

[1] Din lucrarea : *O scrisoare a lui Galileo Galilei* de Bern Dibner și Stillman Drake ; Burndy Library, Norwalk, Connecticut, 1967, p. 56.

Cei ce studiază fenomenul dispariției creativității critică tot mai hotărît sistemul nostru educațional, considerîndu-l răspunzător de această dispariție. Noi răsplătim pe „elevii studioși" cu înalte calificative — elev studios fiind considerat cel capabil să învețe conținutul unui curs și să obțină note mari la examene. În contrast cu ei, cei care au idei proprii, un mod original de a gîndi, își atrag dezaprobarea multor profesori. Capitolul de față își propune să releve aceste probleme și nu numai pentru voi. El semnalează celor mai în vîrstă, părinți și profesori, o serie de aspecte care trebuie neapărat dezvăluite. Vor fi sugerate cu acest prilej și mijloace pentru menținerea mereu vie și trează a creativității.

Dispariția creativității

Lewis E. Walkup de la Battelle Memorial Institute este un cercetător și un inventator deosebit de capabil. Într-un articol al său despre *Creativitatea individuală în cercetare* [1] el spune :

S-au făcut multe încercări de a se pune sub obroc creativitatea, dar fără succes. Ea este darul celor înzestrați, pe care cei mai mulți dintre noi l-au văzut încă din copilărie, și care se manifestă la maturitate într-o măsură mult mai mică. Ea ar putea să fie mai puternic

[1] „Battelle Technical Review", august 1958.

valorificată dacă, recunoscîndu-i-se caracteristicile, acestea ar fi dezvoltate prin antrenament. William N. Sheldon, în lucrarea sa Psihologia și voința prometeană *și A. H. Maslow, în* Impuls și personalitate *au atras atenția asupra faptului că majoritatea copiilor sînt foarte creativi dar că, din păcate, creativitatea lor se pierde — nu se știe precis cînd — între adolescență și maturitate, prin ceea ce Sheldon numește un regres cerebral. Această tragedie este atît de frecventă în omenire, încît trece aproape neobservată. De fapt, puținii care reprezintă o excepție de la regulă sînt considerați ca bizari. Din fericire, acești puțini pe care lîncezirea forțelor mintale nu-i atinge par să continue perfecționarea iscusinței creative pînă în pragul bătrîneții.*

De ce creativitatea dispare pentru cei mai mulți dintre noi și ce trebuie să facem pentru a o păstra și a o alimenta ?

După părerea mea, la această lîncezire contribuie înșeși împrejurările vieții. În copilărie aveați timp din belșug să vă jucați, să vă distrați, ocupîndu-vă cu experiențe noi pentru a obține efecte noi ; aveați mult timp pentru pozne, pentru a fi creativi în fel și chip, chiar fără a vă da seama. În adolescență, școala vă răpește aproape tot timpul, dar tot vă mai lasă încă să trăiți aproape fără griji. Vă mai dă și atunci tîrcoale dorința de a născoci și plasa un calambur. Mai visați încă să faceți unuia dintre prieteni o farsă reușită, să contribuiți la succesul piesei montate la școală, la găsirea mij-

loacelor de punere a ei în scenă cu cheltuieli ridicul de mici. Viaţa mai e încă minunată ! Dar după aceea ?

Deodată, pe neaşteptate, viaţa devine cu mult mai serioasă. Şcoala odată terminată, îţi iei un serviciu sau te înscrii la o facultate. În oricare din aceste cazuri munca ta este dirijată din afară ; ea răspunde unor solicitări cărora trebuie să le faci faţă. La serviciu munceşti mult, pentru a avansa şi a cîştiga destul ca să întreţii o familie. În facultate te concentrezi asupra studiului. În orice caz, ocazii de a te manifesta în mod original sînt puţine. E de mirare că în noua ta situaţie creativitatea, neglijată, lîncezeşte, sau chiar moare ?

Această stagnare a interesului creator după terminarea şcolii se vădeşte în zilele noastre şi în legătură cu expoziţiile ştiinţifice. Un mare număr dintre voi, cei cu înclinaţii ştiinţifice, sînteţi preocupaţi de realizarea unor lucrări originale, demne de a figura ca piese în expoziţiile locale sau regionale ; unele dintre acestea ar putea să ajungă chiar la expoziţiile de rang naţional. Făcînd eu însumi parte din juriul unei expoziţii ştiinţifice naţionale, am cunoscut multe din obiectele remarcabile pe care le-aţi realizat. De asemenea, ani îndelungaţi am răspuns cererilor unor tineri de a trimite planuri şi instrucţiuni pentru realizarea unor proiecte elaborate de mine, cu ajutorul cărora mulţi dintre ei au efectuat variante originale pentru expoziţii. Este desigur, un lucru bun. Dar apreciată la scara naţională, această participare a tinerilor în *perioada studenţiei* este

neînsemnată față de numărul mare de studenți care ar putea concura permanent, păstrîndu-și astfel treaz impulsul creator.

Studenții creativi au necazuri

Într-o notă informativă adresată facultății de către Centrul de cercetare al învățămîntului și predării din universitatea mea, se spun următoarele : „După cum era de așteptat, diferite surse arată că relația dintre calificative și realizările creatoare este foarte slabă. Este o dovadă suplimentară în sprijinul constatării că acest mijloc de constrîngere organizată care este acordarea calificativelor nu rămîne fără efect și că, de fapt, este vorba de un efect dăunător gîndirii și realizărilor creatoare". Aceeași notă îl citează pe Dr. Mervin Freedman de la Colegiul de stat San Francisco : „O serie de observații arată că studenții mai individualizați, dotați cu spirit creator, au tendința de a-l vexa pe profesorul de valoare medie într-o mai mare măsură decît ceilalți studenți. Cînd profesorul este preocupat de ordine și de epuizarea programei de învățămînt — și o astfel de preocupare este inevitabilă în marile universități — acel student care se depărtează de calea bătătorită ar putea eventual să îngreuneze procesul de instruire și să fie penalizat pentru aceasta prin calificative, fie că profesorul este sau nu conștient de o astfel de discriminare. Cu alte cuvinte, dacă pentru stu-

denții cu spirit creator există riscul obținerii unor calificative mai slabe sau dificultatea de a obține calificative bune, aceasta este, poate o consecință fatală a diverselor metode în vigoare, metode care nu pot fi schimbate numai de către facultate, oricît de mari ar fi eforturile ei".

Aceasta înseamnă totodată recunoașterea faptului că mulți dintre studenții noștri cei mai „străluciți" dacă ne luăm după calificative, *nu sînt* în mod necesar și studenții cu cel mai înalt spirit creator. Sau, altfel spus, studenții creativi obțin foarte rar calificative bune. Dar nu numai atît : *studenții creativi au tendința de a ajunge în relații oarecum defavorabile cu profesorii lor.* E destul de grav, nu-i așa ? Această situație n-ar putea explica oare în bună măsură dispariția creativității în perioada dintre copilărie și adolescență și dintre aceasta și perioada maturității ?

Inteligență și creativitate

Să fie oare condiționat un grad înalt de creativitate de o mare inteligență ? Sau poate este adevărat contrariul, ori, poate, adevărul se află undeva la mijloc între aceste două extreme ? Și dacă, sub aspect practic, spiritul dv. creator e puternic, dar calificativele obținute sînt mici, ce perspectivă ați putea avea ? Întrebările par simple, dar răspunsurile nu sînt deloc tot așa. De exemplu, ce înțelegem noi

prin „inteligență" ? Ce înțelegem printr-un copil sau individ înzestrat ? Cercetările întreprinse pînă acum n-au putut lămuri aceste probleme ; pentru a răspunde corect ar trebui luate în considerare date mult mai numeroase.

Coeficientul de inteligență standard sau, mai pe scurt, coeficientul de inteligență a fost multă vreme folosit pentru aprecierea inteligenței. Acest mod de apreciere nu se bucură de o recunoaștere generală ; opoziția față de el este în creștere. Părerea mea este că, într-o perspectivă mai largă, el va fi mult modificat. Între timp, el mai dăinuie, dar este adeseori suplimentat cu alte încercări privitoare la alte laturi ale personalității, cum ar fi testul de creativitate.

Un foarte interesant studiu datorat lui Getzels și Jackson de la Universitatea din Chicago compară un adolescent foarte inteligent cu unul dotat cu un înalt spirit creator [1]. Ei au studiat 449 adolescenți din Vestul mijlociu, elevi ai școlilor secundare particulare, cu privire atît la coeficientul de inteligență, cît și la cel de creativitate. Desigur, ei au făcut o gamă largă și eterogenă de constatări, cum ar fi obținerea unor rezultate excelente în amîndouă domeniile, a unor rezultate slabe în ambele domenii, excelente în unul și slabe în celălalt și viceversa. Pe această bază ei au putut distinge

[1] *Scientific Creativity : Its Recognition and Development (Creativitatea științifică. Recunoașterea și dezvoltarea ei).* John Wiley and Sons, New York, 1963, cap. 13.

două grupe cam de aceeași mărime (într-una douăzeci și șase de elevi, în alta douăzeci și opt). Grupa „inteligenților" cuprindea indivizi care, cu toții erau în lotul superior de 20% în ce privește coeficientul de inteligență, însă toți aceștia erau *sub* lotul superior de 20% în ce privește creativitatea. Celălalt grup, al creativilor, se situa în lotul superior de 20% în ce privește creativitatea, dar cu toții erau *sub* lotul superior de 20% în ce privește inteligența. Aceste două grupuri au fost cercetate în continuare pe diverse căi. Iată cîteva din concluzii.

Fantezia. Cînd li s-a cerut să scrie o compoziție despre un tablou folosit ca stimul, între cele două grupuri a apărut o diferență izbitoare. Grupul „inteligenților" a adoptat un stil convențional, greoi. „Creativii" au recurs în măsură considerabil mai mare la subiecte mai mult sau mai puțin independente de imaginea-stimul propusă, întorsături neașteptate, finaluri surprinzătoare, un ton glumeț. Avînd imaginație, ei au folosit-o din plin.

Ocupația de preferință. Autorii studiului susmenționat au considerat drept „convenționale" ocupații ca acelea de medic, inginer, om de afaceri. Ocupații ca acelea de inventator, artist, astronaut, ei le-au situat în categoria „neconvenționale". Doar 18% din grupul „inteligenților" au intrat, în ceea ce privește preferința lor pentru anumite ocupații, în categoria „neconvenționale". În această categorie au intrat însă 62% dintre „creativi".

Simțul umorului. După ce elevilor le-au fost înșirate opt calități, printre care seriozitatea,

simțul umorului etc., li s-a cerut să stabilească ordinea de preferință a acestora. De astă dată a reieșit o diferență de-a dreptul surprinzătoare. Grupul „inteligenților" a considerat simțul umorului ca fiind cel mai puțin important. „Creativii" l-au situat ca al doilea în ordinea preferinței !

Atitudinea profesorilor. Profesorii au fost rugați să clasifice pe acești elevi în ordinea în care ei ar fi bucuroși să-i aibă în clasă, pe baza unei comparații cu însușirile *întregii* mase a elevilor. Din nou răspunsul a fost concludent. Profesorii au apreciat că grupul „inteligent" le este *mai simpatic* decît categoria medie a elevilor. Ei considerau pe „creativi" *mai puțin simpatici* decît aceeași medie.

Cît de importantă este această atitudine pentru explicarea fenomenului de dispariție a creativității ! Constatăm că adolescenții cu înalt spirit creativ au mai multă fantezie, mai multă imaginație ; ei preferă ocupațiile „neconvenționale" ; au un simț înalt al umorului (fără îndoială că și păcătuiesc folosindu-l exagerat pentru a face tot felul de pozne !) Și, de asemenea, avînd o înclinare spre atitudini mai puțin convenționale, își atrag într-o oarecare măsură dezaprobarea profesorilor.

Pe scurt, dispariția creativității începe încă înainte ca adolescența să se fi sfîrșit. O dezaprobare subtilă, cîteodată o simplă reticență pot constitui începutul distrugerii ei chiar în timpul adolescenței. Profesori, părinți, sfătuitori, luați seama ! N-ar fi timpul să-i oferim creativității o șansă ?

În ce te privește, tînărul meu prieten cu spirit creator, poți citi și ai și citit cele de mai sus. Știi că în afară de cazul unui excepțional noroc, zarurile îți sînt oarecum potrivnice. Dacă ai stofă bună, nu te vei da bătut, nu vei abandona. Dimpotrivă, îți vei îndrepta spinarea, vei fi neclintit în hotărîrea ta. Ai înaintea ta două posibilități. Ai *putea* încerca să te adaptezi mai suplu la vechea noastră lume convențională. Dar ai putea să și pășești drept spre țintă, manifestîndu-ți creativitatea. Nu permite nimănui să-ți înăbușe simțul umorului, — vei avea nevoie de el! Nu lăsa pe nimeni să-ți îngrădească imaginația, — vei avea nevoie de ea! Să știi că nu numai în felul acesta și nu numai o dată împrejurările ți-ar putea fi potrivnice. Ai răbdare, va veni o zi cînd va trebui să lupți pentru un proiect real, al tău propriu. Atunci ți se va părea că totul îți este împotrivă și, fără îndoială, cu cît dificultatea va fi mai mare, cu atît vei fi mai dîrz.

Eșecul universităților

Cei ce susțin teza după care institutele de învățămînt superior sînt chemate în primul rînd să-i educe pe tineri, se exprimă cam așa: te găsești în facultate nu atît ca să înveți, *cît ca să înveți cum trebuie să înveți.* Ei mai spun, de asemenea, că misiunea unei educații de nivel superior este aceea de a te învăța *cum*

să gîndești. În aceste nobile afirmații este ceva adevărat. Cît privește știința și tehnica, aș dori să pot spune că și aceste instituții de învățămînt au drept scop principal educarea creativității și că ele chiar reușesc pînă în cele din urmă să realizeze acest scop. Mă tem însă că lucrurile nu stau tocmai așa. De fapt, am o bănuială că obținerea unei diplome în știință sau în inginerie ar putea, în multe cazuri, mai degrabă să înăbușe creativitatea decît s-o stimuleze. Aceasta constituie o acuzație foarte gravă care trebuie argumentată, și în cele ce urmează o voi face.

În ceea ce privește *studiile* științifice și politehnice, ele necesită multă învățătură, și încă una care se amplifică de la an la an. Ești atît de prins de învățătură, încît pentru creativitate îți rămîne puțin timp. Pentru procesul creator, cunoștințele, firește, sînt esențiale, dar cunoștințele nu sînt tot una cu creația. Rezolvarea anumitor probleme impune o anumită creativitate ; dar dacă nu ai timp pentru a-ți manifesta creativitatea „în mod independent", în cele din urmă n-o vei mai manifesta deloc. Fiecare facultate este de părere că un anumit conținut de idei *trebuie* turnat în capul studenților. Fiecare membru al corpului didactic dorește în mod obligatoriu ca tot ceea ce predă el să fie cît mai complet însușit.

În ciuda acestor dificultăți există două posibilități de stimulare a creativității. Mă tem însă că, în general, nu reușim nici într-o direcție, nici în cealaltă. Care sînt aceste două posibilități ?

Secția electrostatică din laboratorul autorului, la Universitatea Michigan

Prima : manualele voastre. Oferindu-vă teoreme, demonstrații, principii, dispozitive, mașini, circuite, reacții și multe altele, ele *ar putea* constitui o primă sursă de inspirație. Cum ? Referindu-se, cel puțin ocazional, la elemente istorice și biografice pentru a vă arăta cum o anumită teoremă a așteptat secole la rînd pînă ce s-a ivit omul care s-o demonstreze ; sau cum un altul s-a străduit timp de zece ani pentru a ajunge la victorie ș.a.m.d. Vă vorbesc manualele voastre actuale despre astfel de lucruri ? Cu rare excepții, ele nu vorbesc

despre așa ceva. Invit pe cei ce se îndoiesc de aceasta să le cerceteze. Eu am făcut așa ceva.

În al doilea rînd, cadrele didactice universitare ar putea fi și ele o sursă de inspirație pentru dv., chiar dacă admitem că lucrează sub tensiune. Ele ar putea totuși, din cînd în cînd, să-și mai consacre o parte din timp pentru a umple acest gol cu exemple oportune și interesante privind invențiile și descoperirile și chiar să vă vorbească despre cei care le-au realizat. Ar putea, dar, cu rare excepții, n-o fac. Într-adevăr, pe cît îmi pot da seama, pe cei mai mulți dintre profesori îi interesează prea puțin creativitatea și cu atît mai puțin știu ceva despre ea.

Așadar, tot voi sînteți chemați să rezolvați problema. Ați putea face ceva în timpul liber în sensul întreținerii interesului pentru creativitate ? Desigur. Puteți citi. Oricît de ocupați ați fi, puteți citi autobiografii, biografii, dări de seamă despre descoperitori și inventatori celebri ș.a.m.d. Odată citită, o carte sau o lucrare o atrage pe cealaltă. Bună parte din ele sînt de-a dreptul pasionante, captivante.

Pe lîngă aceasta, ați putea să vă propuneți, în perspectivă, unele proiecte originale, să vă pregătiți în timpul liber pentru realizarea lor și să vă gîndiți mereu la problemele legate de ele. S-ar putea ca ele să nu se realizeze niciodată, dar vă vor menține elanul ; și prin aceasta, vă veți însuși o mare parte din cele învățate.

Calificativele mari din facultăți indică oare și o puternică creativitate?

Un alt studiu important din cartea amintită, *Creativitatea științifică*, este semnat de Taylor și Ghiselin. Au fost studiați 239 de licențiați ai unui centru de cercetări tehnice. Un astfel de centru recrutează de obicei elemente de vîrf ale anului de diplomă. În acest centru, din cauza penuriei de cadre provocate de cel de-al doilea război mondial, au fost angajați toți cei disponibili, cu condiția de a fi posesori ai diplomei de inginer. Succesele obținute ulterior în cercetare de o parte din oameni au dus la concluzia că realizările nu aveau nici o legătură cu calificativele acordate de școlile superioare.

Să revenim acum la acel tînăr înzestrat cu creativitate care nu va fi niciodată un student fruntaș. Dacă este un fin observator, dotat cu destulă imaginație, curiozitate și perseverență, el va putea totuși să se afirme în cadrul școlii sau facultății sale, să facă dovada unei puternice activități creatoare de-a lungul întregii sale vieți.

Antrenamentul

Un antrenament continuu duce la dezvoltarea talentului. Lipsa de antrenament poate face ca acesta să dispară. Nu voi uita niciodată pe

un tînăr rus cu voce minunată, pe care l-am cunoscut cu ani în urmă. Era un talent „natural". Încă de pe cînd era student și cu toate că nu exersa deloc, jocul lui de scenă și solourile lui atinseseră un nivel la care alții ajung doar după mulți ani de mari eforturi. O carieră strălucită îl aștepta în perspectivă, dacă... Dar acest „dacă" a fost cel care s-a dovedit mai puternic.

Totul i se părea acestui tînăr ușor de dobîndit. Disprețuia orice sfat. Curînd nu s-a mai auzit nimic despre el. Orele de studiu i se păreau inutile. Mă îndoiesc că el mai considera necesar să mai învețe de la cineva. În contrast cu el, o prietenă de-a noastră, Marylin Mason, una dintre cele mai desăvîrșite organiste din lume, exersează în permanență. Am fost adeseori la ea acasă, unde folosește în acest scop o orgă în miniatură. Și știți la ce vîrstă a început să lucreze la pian? La șase ani.

Mi-am dorit întotdeauna să devin jongleur amator, dar n-am izbutit niciodată. Eram deja matur cînd am avut prilejul să văd un faimos jongleur. El mi-a stîrnit din nou vechea dorință. Am cumpărat trei mingi de cauciuc și m-am pus pe treabă. Timp de două săptămîni am tot ridicat mingi căzute, alegîndu-mă cu serioase dureri musculare. Pînă la urmă am putut constata un oarecare progres. L-am apreciat ca pe o mare victorie. Dar chiar și acestui mic progres au trebuit să-i urmeze mii și mii de eșecuri pînă ce am obținut o îndemînare reală. Antrenamentul!

La fel stau lucrurile cu creativitatea. Oricît de ocupați ați fi, la serviciu sau la universitate, trebuie să vă ascuțiți atenția în direcția descoperirii lucrurilor ce ar trebui îmbunătățite, cît și a producerii unor efecte neobișnuite, oricare ar fi ele. Sau, dacă vă place să scrieți versuri, *scriindu-le* talentul dv. va fi cultivat. Vă veți putea desăvîrși treptat versurile, pînă ce vor ajunge să fie versuri *bune*.

Mai sînt apoi acele proiecte de lungă perspectivă la care vă puteți întoarce din cînd în cînd. Veți constata poate, din cursuri sau din lecturi, că unul sau altul dintre ele este depășit. Dar un alt proiect ar putea să se găsească într-o situație destul de bună ca să vă redea curajul pierdut. Desigur, s-ar putea întîmpla să vă propuneți un proiect prea îndrăzneț pentru o anumită perioadă a vieții dv. Dar acesta, sau cel puțin un vlăstar al lui, ar putea fi pe măsura dv. cu un deceniu mai tîrziu. *Cu acel proiect în minte, tot ce veți învăța se va cristaliza în jurul lui, se va asimila mai ușor și va rămîne mai bine fixat în memorie.*

Un anumit tip de creativitate care s-ar putea numi „jocul de-a adaptarea" poate fi încercat de oricine, în orice moment și oriunde. El constă în a alege un obiect destinat unui anumit scop și a-i găsi numeroase alte utilizări. Iată, de pildă, întreprinderea Eastman Kodak, care are nevoie de multe spirite creatoare. Tehnicienii și montorii ei fac un curs de reciclare de zece săptămîni. Dintre acestea, două sînt destinate efectuării unei teme la domiciliu. Fiecare aspirant capătă o „trusă de

creativitate" (poreclită și „ladă de vechituri"), în care se găsesc piese din carton, adezive, butoane, știfturi de siguranță și multe altele. Obiectivul constă în *a face din toate acestea ceva*. Un prim scop este să-l elibereze pe respectivul tehnician din captivitatea anumitor tipare mintale, să-l oblige a gîndi liber, în afara nesfîrșitelor capcane ale rutinei, să-i mlădieze gîndirea. O astfel de minte descătușată, care începe să lucreze liber, va găsi drumuri noi și în activitatea cotidiană.

Revenind la ideea adoptării unui proiect, un prim avantaj poate fi ilustrat chiar de un proiect al meu întrupat în scrierea acestei cărți. Ideea aceasta îmi stăpînește continuu mintea, fie în mod activ, fie din umbră. În cadrul lecturii mele zilnice descopăr, mai la tot pasul, într-un fel sau altul, elemente legate de creativitate, chiar fără a le căuta. Ele țîșnesc parcă din pagini ! La fel, proiectul dv. de perspectivă vă va trezi atenția ori de cîte ori, prin citirea unui ziar, a unei reviste, a unei cărți sau chiar a unei reclame, apare vreo informație care se adaogă la ceea ce știți deja. Cinci sau zece ani mai tîrziu, veți deveni aproape un specialist în domeniul proiectului ales.

Un ciob de sticlă

În acea fabrică de sticlă prin care mă zbenguiam în copilărie, un sticlar prietenos mi-a oferit prilejul unei experiențe de neuitat.

A luat o picătură de sticlă incandescentă în capul țevii de suflare și a pornit cu ea spre un vas mare cu apă. A lăsat stropul de sticlă să cadă în vas și iată ce a urmat : băgînd mîna în apă, a apucat acel bob fierbinte și a început să-l prelucreze ! Vă mai mirați că îmi amintesc de asta ? Apoi, după răcire, a scos obiectul și mi l-a înmînat. Avea un cap rotund, neted, care se termina cu o coadă foarte subțire. Mi-a spus să-l iau în mînă și așa am și făcut. Atunci el a tăiat capătul codiței. Am simțit un șoc. Deschizînd pumnul am constatat că în mînă nu-mi rămăsese decît puțină sticlă pisată ! Ați înțeles de ce ? Și în caz afirmativ, fiind un tînăr dotat cu creativitate, ați putea, pornind de la aceasta, să faceți o invenție ?

Dacă ați citit mult, dacă aveți spirit practic și o minte mai ageră decît a mea și sînteți și norocos, ați putea să mă opriți chiar aici și să-mi spuneți : „Această invenție a și fost făcută".

Așa e. A fost. Dar mai întîi numele acestor „mormoloci" de sticlă : „lacrimile prințului Ruppert". Fără îndoială e vorba de un truc vechi, vechi de multe secole. Apa a răcit și a întărit pelicula exterioară, *după* care miezul topit a început să se răcească. Pe măsura răcirii, miezul *se contractă,* trăgînd în felul acesta după el pelicula exterioară și *comprimînd-o.* Iau naștere astfel niște mari tensiuni interioare. În momentul în care codița se rupe, forțele interioare respective se eliberează brusc și „mormolocul" se sfărîmă în mii de bucățele.

Şi acum invenţia : *sticla călită*. Sticla e tratată după cum am arătat mai sus, dar încălzită mai lent şi apoi răcită. Are două proprietăţi remarcabile. Mai întîi este extrem de dură. Apoi, cînd primeşte o lovitură puternică locală, întregul panou se sparge în mici fragmente nu prea ascuţite, evitîndu-se astfel primejdioasele spărturi mari. N-aţi dori oare ca dintr-o astfel de sticlă să fie făcute geamurile automobilului dv. ? De fapt, cele pe care le aveţi sînt exact din acest fel de sticlă.

Un progres în ce priveşte elaborarea sticlei călite s-ar fi putut obţine cu mulţi ani înainte. El s-a produs abia mult timp după ce ţinusem în mînă pulberea de sticlă despre care v-am vorbit. Ţineţi-vă aşadar trează creativitatea ! S-ar putea să auziţi de vreun truc, fenomen sau procedeu folosit mai demult. Reţineţi-l, faceţi, dacă puteţi, chiar o experienţă şi găsiţi-i o nouă şi valoroasă aplicaţie.

4

Ce fel de oameni sînt creatorii?

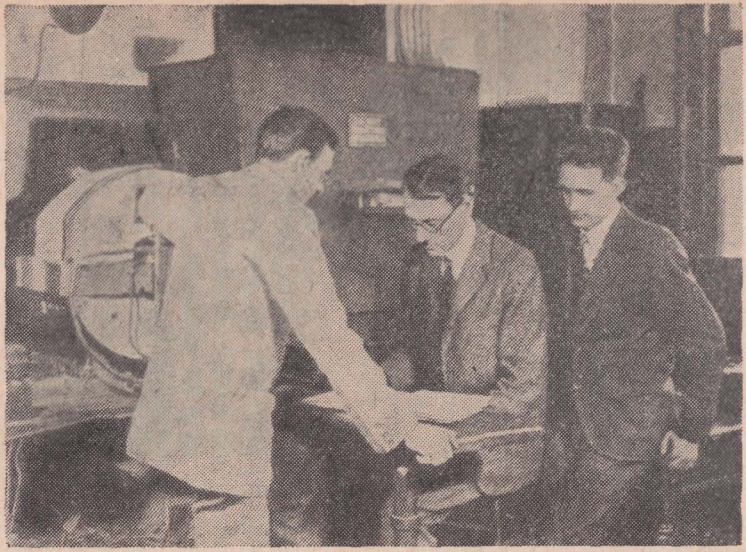
Despre inventatori mulţi spun, folosind anumite expresii populare că sînt cam „scrîntiţi" sau, altfel zis, cam „într-o ureche". Un dicton în acelaşi spirit sună astfel : „Ca să ajungi inventator, nu trebuie neapărat să fii nebun, dar nici nu strică".

Pentru a elimina această prejudecată, vă voi cita un anumit număr de creatori ; mai întîi pe cei pe care am avut norocul să-i cunosc, apoi şi pe alţii. Dacă citirea biografiilor nu vă pasionează, poate că cele cîteva date relatate mai jos vă vor stîrni interesul pentru astfel de lecturi.

Să ne întoarcem cu gîndul în jurul anului 1912, la Carnegie Tech și la profesorul meu de atunci, *C. J. Davisson* (1881—1958). Avea o serie de trăsături care nu pot decît să dăuneze unui conferențiar : era o fărîmă de om, nervos, cu un foarte proeminent măr al lui Adam și pe deasupra, bîlbîit. Dar noi îl respectam. Mai tîrziu, în laboratoarele firmei Bell Telephone, el s-a ocupat de difracția electronică și a demonstrat experimental că electronii se pot comporta ca undele. Sir George Thomson (n. 1892) a făcut aceeași descoperire în Anglia și, ca urmare, în 1937 ei au obținut împreună premiul Nobel pentru fizică. Într-o carte minunată [1], George Thomson îl omagiază pe Davisson, povestindu-ne că acesta făcea cu mîinile lui o bună parte din munca de laborator și că toți îl iubeau. „Avea un încîntător simț al umorului și, în felul său liniștit, era plin de un haz cu totul neașteptat". În fotografia 6, Davisson (stînga) îl are în față pe colaboratorul său L. H. Germer (șezînd).

Într-un izbitor contrast cu Davisson se înfățișează personalitatea prietenului meu australian, *Douglas Lampard* — un munte de om —, profesor de frunte la școala de ingineri electricieni și șef de catedră ; nimic nu-i place

[1] *The Inspiration of Science.* În limba română : *Inspirație și descoperire*, Editura enciclopedică română, colecția „Enciclopedia de buzunar", București, 1973.



C. J. Davisson împreună cu Germer și cu un asistent, în laboratorul său. Davisson a obținut Premiul Nobel împreună cu Sir George Thomson pentru că a dovedit experimental că electronii se comportă și ca unde

mai mult decît să cînte într-o formație de jazz hot. Cu cîțiva ani în urmă, Lampard a folosit metode matematice foarte rafinate pentru a rezolva un caz special de capacitate electrică, obținînd rezultatul dorit. Încurajat, a atacat un alt caz special. Dar acesta era atît de dificil încît a trebuit să folosească un calculator electronic. Surpriză : același rezultat ca în primul caz ! Să fi fost oare vorba de o lege cu caracter general ? Continuînd cercetările, el a izbutit să demonstreze ceea ce a devenit după aceea „teorema Lampard" ; din aceasta a rezultat și un nou standard electric de mare precizie.

De *Gary Muffly*, unul dintre primii mei studenți, mi-am amintit acum cîțiva ani, cînd ne găseam în cabana noastră din Canada, în zona Blind River. Chiar atunci fusese dezvăluit un secret cu adevărat tulburător. În ținutul tufișurilor de nepătruns se trimiteau pe calea aerului perforatoare de mină și echipe. Prospectori veniți de pretutindeni cutreierau păduri stîncoase. Umblau tot felul de zvonuri. Deasupra capetelor noastre avioane zburau neîncetat încoace și încolo. De-abia atunci am aflat că ne găseam în preajma unuia dintre cele mai importante zăcăminte de uraniu nou descoperite ; uraniul din zona lacului Elliot. Ce rost aveau însă zborurile avioanelor ? Unele dintre ele făceau măsurători magnetice cu magnetometrul inductiv, iar Gary Muffly era unul din inventatorii acestuia. Ați putea să credeți că este unul dintre oamenii cei mai serioși, dar eu îl cunosc mai bine : are un pronunțat simț al umorului. Recent, la Societatea Gulf

Research, de lîngă Pittsburg, mi-a arătat fantasticul lui gravimetru și mi-a vorbit despre precizia acestuia : dacă l-ai așeza la baza monumentului lui Washington și l-ai regla, și ai porni apoi cu el urcînd un număr oarecare de trepte, l-ai pune acolo jos și i-ai comunica lui Gary Muffly ce indică, el ți-ar spune precis pe ce treaptă se află aparatul.

Această exactitate amintește de giroscop și de inventatorul acestuia, *Elmer A. Sperry*. Grație lui a devenit pentru prima dată posibilă precizia în navigație. Am avut cu ani în urmă plăcerea de a vorbi cu inventatorul giroscopului. Aceasta s-a întîmplat la New York, înaintea unui banchet. Acest bătrîn era un om minunat. Fermecător, curtenitor, spiritual. Știindu-l bun prieten cu Edison, l-am întrebat dacă acesta era atît de surd cum se spunea. „Da, răspunse Sperry, e surd ca un stîlp de una din urechi, iar în cealaltă trebuie să țipi cît te ține gura !“

Un om deosebit de primitor, pe care l-am cunoscut la New York, era *Michael Pupin* [1]. Povestea extraordinară a vieții lui este redată în propria-i carte : *Ieri imigrant, azi inventator*. Tînărul Mihail a venit din Serbia la șaisprezece ani, doar cu cinci cenți în buzunar, dar și aceștia i-au fost repede șterpeliți. V-aș

[1] Michael Pupin (1858—1935) fizician și inventator american, de origine sîrbă, inventatorul bobinelor de *pupinizare* necesare telefoniei la mari distanțe. Alte invenții ale lui sînt legate de domeniile rezonanței electrice, magnetizării oțelului și a telegrafiei de tip multiplex (*N.T.*).

povesti multe despre el (ar trebui să-i citiți cartea !). Plin de ambiție, a devenit șeful clasei lui la Universitatea Columbia (unul dintre laboratoarele de fizică îi poartă acum numele). A fost apoi mulți ani un proeminent profesor la acea universitate. Este primul care a realizat în America razele X ; primul care le-a mărit vizibilitatea, folosind în acest scop un ecran fluorescent (furnizat de Edison) ; tot el a făcut prima radioscopie urmată de o operație. Pupin este cunoscut prin bobinele care-i poartă numele și care au mărit considerabil distanța convorbirilor telefonice. Un om încîntător, iubit de toți și apreciat în toată lumea.

În aceeași perioadă exista un geniu, care avea ciudățeniile sale, dar pe care poate le-ați avea și dv. dacă ați fi tot atît de handicapat cum a fost el. Era magicianul electrician al lui General Electric, *Charles Proteus Steinmetz* [1], un cocoșat, vestit pentru contribuțiile sale în domeniul electricității și tot atît de renumit pentru nelipsitul său trabuc. Distracția lui favorită era să vîslească și să reflecteze singur în canoe. Trabucul mi-a oferit prilejul să fac cunoștință cu el. Pe cînd eram încă student,

[1] Steinmetz, Charles Proteus (1865—1923), om de știință și inventator american, a adus importante contribuții în domeniul electricității și magnetismului. A studiat histereza magnetică și fenomenele electrice tranzitorii. A introdus pentru prima oară notațiile complexe pentru rezolvarea problemelor de electricitate. Într-o scrisoare adresată lui Lenin, și-a oferit serviciile pentru a ajuta la opera de electrificare a Rusiei Sovietice (*N.T.*).

s-a ţinut la Pittsburg un congres tehnic. Ştiam că participă şi el şi m-am dus anume să-l cunosc. Stăteam undeva mai în spate şi încercam să fac o schiţă a marelui om. Într-o pauză am ieşit în holul de la intrare şi l-am văzut pe Steinmetz venind spre mine. Eram cu chibriturile pregătite. El şi-a scos o ţigară de foi, iar eu m-am grăbit să i-o aprind. Am avut astfel emoţia întîlnirii cu Steinmetz.

Tot la General Electric a lucrat şi *Irving Langmuir* [1], unul dintre savanţii noştri cei mai de seamă. Am rămas cu regretul că vizitîndu-i laboratoarele nu l-am putut întîlni. Cu acea ocazie l-am văzut însă pe *Ernst F. W. Alexanderson* care a adus importante contribuţii în diverse domenii ale electricităţii. Era un om extrem de jovial. În legătură cu remarcabila sa inventivitate trebuie menţionate cele 313 patente ale sale, ceea ce înseamnă cam un patent la fiecare şapte săptămîni şi asta pe o perioadă de patruzeci şi şase de ani.

În timpul acela, un tînăr care n-a studiat la facultate, dar care lucrînd pentru Langmuir a învăţat foarte multe lucruri, a fost primul în stare să producă nori cu ajutorul iodurii de argint. Prietenul meu *Vincent J. Schaefer* este acum unul dintre cei mai bine cunoscuţi oameni de ştiinţă ai noştri. Este director al Cen-

[1] Langmuir, Irving (1881—1957), chimist şi fizician american. A adus importante contribuţii în diferite domenii precum : tehnica vidului înaintat, emisia termoelectronică, studiul sistemelor coloidale, obţinerea hidrogenului atomic etc. Premiul Nobel pentru chimie 1923 (*N.T.*).

Vincent J. Schaefer (stînga), *primul om care a produs nori prin însămînțare, dintr-un avion. În ilustrație el produce gheață prin însămînțare într-un lac din Parcul Național Yellowstone, unde în fiecare iarnă efectuează diverse cercetări*

trului de Cercetări Meteorologice din Albany, un om ce se interesează de multe domenii, înzestrat cu puternice calități creative și dăruit cu un fin simț al umorului.

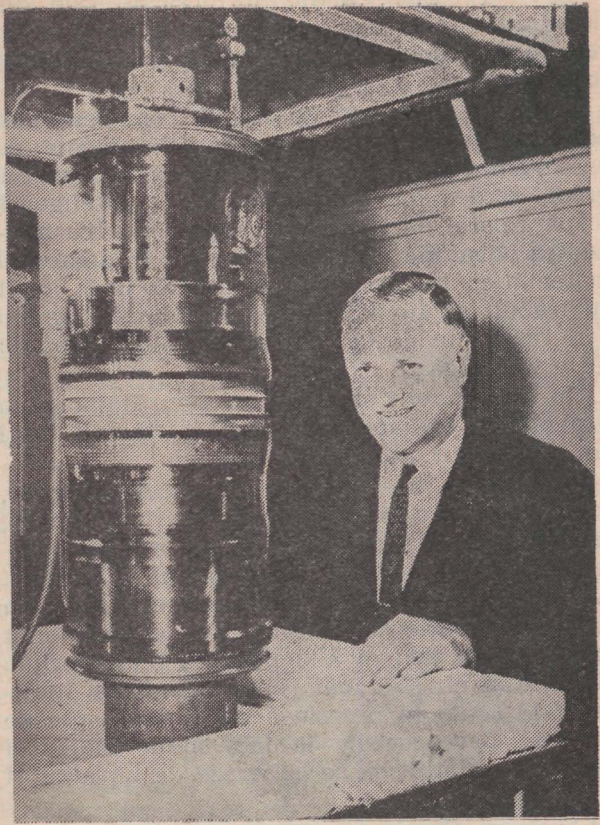
O amintire pe care o prețuiesc se leagă de o demonstrație cu o cartogramă de fluid pe care am făcut-o la R.C.A., la Princeton. Tocmai

începusem prelegerea și eram în plin avînt cînd a intrat cineva. Pe tăcute, noul venit, un om mărunțel, și-a găsit un loc. Nu-l văzusem niciodată, dar îl știam din fotografii. M-am oprit de îndată, i-am zîmbit și i-am spus: „Sînteți *Zworykin ?*“ [1]. „Da“, a spus el, zîmbind la rîndu-i. Era celebrul inventator al iconoscopului și al altor dispozitive care au făcut posibilă televiziunea.

Îmi vine acum în minte și *Jim Lafferty*. A fost unul dintre primii mei studenți; este un om înalt și voinic, cu zîmbet prietenos. Recent, el și echipa sa au obținut o realizare de importanță istorică. Dorința sa de a realiza un întrerupător de mare intensitate într-o incintă etanșă, în vid, se manifestase încă cu treizeci și cinci de ani în urmă, dar era prematură pentru acel timp. Lafferty și grupul său, folosind materiale noi și întreprinzînd cercetări care au cerut un mare volum de muncă, au dus proiectul la bun sfîrșit. Lafferty a obținut pînă acum cincizeci și patru de brevete.

John Kraus, un altul dintre studenții mei, și-a petrecut copilăria și tinerețea în orașul meu, Ann Arbor. Încă din adolescență era pasionat după radio; antenele concepute de el le puteai vedea peste tot prin curte, ca și pe

[1] Zworykin, Vladimir Kuzmici (n. 1889), inginer american de origine rusă, are importante contribuții în domeniul electronicii; este inventatorul iconoscopului. A adus perfecționări cinescopului, microscopului electronic etc. A propus un sistem de televiziune în culori. Are importante lucrări în domeniul fotoelectricității (*N.T.*).



Dr. James M. Lafferty, director al Laboratorului de fizică generală de la General Electric, cu întrerupătorul în vid de mare putere, realizat de el împreună cu colectivul său

acoperișul casei. Cărțile și lucrările sale din domeniul radioastronomiei, precum și inventarea antenei spirale l-au făcut cunoscut în lumea întreagă.

Singurul însă care poate fi considerat un adevărat geniu, printre miile de studenți pe care i-am avut, a fost *Gabriel Kron*. Era scund, greoi, totdeauna binevoitor, cu o inteligență scăpărătoare, dar neavînd răbdare pentru aritmetica obișnuită. Mai tîrziu a scris în domeniul matematicii lucrări de nivel atît de înalt, încît au trebuit să fie trimise în străinătate pentru a fi recenzate de cei cîțiva specialiști capabili să le înțeleagă.

Un alt student strălucit al meu, dotat cu o fire blîndă, *Claude Shannon*[1], a devenit unul din fondatorii teoriei informației.

În 1939, la un banchet dat în Ann Arbor, am avut norocul să stau lîngă un tînăr chipeș, în vîrstă de douăzeci și nouă de ani, care începuse să se bucure de un anumit renume. Am avut o lungă convorbire cu el. După un an de studenție la Harvard, el a abandonat universitatea pentru a-și pune la punct prima invenție și nu și-a mai reluat niciodată studiile. Este acum în posesia a peste două sute de brevete. Descoperirile le fac, spune el, „acei inși care au știut să se elibereze de un anumit

---

[1] Shannon, Claude (n. 1916), matematician american. Are importante contribuții într-o serie de domenii precum : algebra booleană, criptografia matematică și mașinile electronice de calcul, problemele legate de gîndire, comunicații, limbaj. Autor al lucrării *Teoria matematică a comunicațiilor* (*N.T.*).

mod de gîndire propriu unor prieteni sau asociaţi — poate mai inteligenţi, mai bine educaţi, mai disciplinaţi — dar care nu au reuşit să stăpînească arta de a vedea vechile cunoştinţe, vechea cunoaştere, cu ochi proaspeţi şi puri". Este vorba de Edwin H. Land [1], inventatorul sistemului polaroid şi constructorul aparatelor polaroid.

Şi alţi cîţiva

Poate oare un aventurier, un egoist josnic să aibă spirit creator ? Desigur, poate să aibă, şi *contele Rumford* [2] a dovedit-o din plin. În cartea lui Sanborn C. Brown, *Contele Rumford* [3], se găsesc relatări uluitoare despre per-

---

[1] Land, Edwin (n. 1909), inventator american. I se datoresc ingenioase aplicaţii ale luminii polarizate la filtrajul aparatelor foto şi la realizarea unor ochelari speciali pentru traficul de noapte ; de asemenea, fotografia imediată cu ajutorul fotoaparatelor polaroid şi un sistem de televiziune în relief (*N.T.*).

[2] Thompson, Benjamin, conte de Rumford (1753—1814), fizician şi chimist englez. A adus contribuţii importante la studiul naturii căldurii, al corelaţiei ei cu mişcarea şi al aplicaţiilor ei, precum şi la studiul luminii şi al aplicaţiilor ei în iluminat. A dus o existenţă de aventurier politic, fiind uneori concomitent în serviciul a două puteri duşmane. A ocupat diverse demnităţi civile şi militare în Anglia, apoi în Bavaria ; după cîţiva ani petrecuţi în Anglia, trece în Franţa — unde trăieşte în perioada războaielor napoleoniene (1804—1814) — făcînd cercetări de mare importanţă pentru perfecţionarea artileriei (*N.T.*).

[3] Sanborn C. Brown, *Count Rumford*, Doubleday and Co., New York, 1962.

sonalitatea contradictorie a acestui om atît de înzestrat. *Născut în New England, în 1753*, ca James Thompson, el a luptat împotriva patriei sale, devenind un cinic mercenar. A făcut o carieră remarcabilă în Europa, dovedindu-se un mare organizator, un experimentator și inventator prolific. Lucrările sale în domeniul căldurii și al balisticii au dus la fundamentarea fizicii moderne.

Contrastează cu acest caz acela al lui William Thomson, ulterior Lord Kelvin (1824—1907). Om de caracter, el a fost unanim respectat, a avut o viață lungă și fecundă ca matematician, teoretician, experimentator, inventator, inginer. Printre multele lui realizări trebuie menționată instalarea cablului transatlantic ; aceasta din urmă izbîndă l-ar situa, ea singură, printre oamenii celebri. O interesantă carte datorată lui *D.K.C. MacDonald* [1] ne relatează viața și opera lui.

Michael Faraday (1791—1867), unul dintre cei mai mari experimentatori, era înzestrat cu o pătrunzătoare înțelegere a fizicii, dublată de capacitatea de-a inventa experimente pentru verificarea teoriilor și de o mare iscusință în construirea aparatelor necesare experimentării. Avea o admirabilă capacitate de a clarifica — atît prin scrierile cît și prin conferințele lui — problemele tratate. Era în plus un om deosebit de atrăgător.

---

[1] D. K. C. Mac Donald, *Faraday, Maxwell and Kelvin*, Doubleday and Co., New York, 1964.

James Clerk Maxwell (1831—1879). Pornind de la experienţele şi concepţiile lui Faraday, pentru care avea un mare respect, gîndirea lui analitică pătrunzătoare a reuşit să dezvolte teoria electromagnetică în forma celebrelor ecuaţii ale lui Maxwell. Era el, aşadar, un pur teoretician ? Nicidecum. Era şi el un experimentator şi constructor de aparate. A scris poezie şi avea un ascuţit simţ al umorului. Ca şi Faraday, se bucura de simpatia generală.

Dar geniul cel mai insolit, pe care nu pot să nu-l evoc în această carte, a avut bizarerii extreme : o adevărată fobie a microbilor, care-l făcea să se spele mereu pe mîini, „...pentru orice motiv sau chiar fără motiv...“ Chelnerii îi cunoşteau prea bine tipicurile. „O faţă de masă curată la fiecare prînz şi două duzini de şervеţele curate — aceasta era o exigenţă a lui permanentă, pe care ei o respectau. Deşi tacîmurile de argint fuseseră sterilizate la cererea lui, el simţea nevoia să şteargă personal cu un şervеţel curat fiecare obiect înainte de a-l folosi. Nu suporta nici măcar o muscă şi dacă vreuna ateriza pe masa lui, cerea să se scoată tot ce fusese pe ea. Apoi masa era pusă din nou“. Aceste citate scoase din cartea *În mîna lui — lumina*[1] nu pot da, totuşi, o imagine completă a ciudăţeniilor sale. Este vorba de *Nikola Tesla* (1856—1943), a cărui minte era capabilă de mari salturi intuitive. Inven-

[1] Inez Hunt şi Wanetta W. Draper, *Lightning in his Hand*, Sage Books, Denver, Colorado, 1964.

tînd motorul cu inducție trifazic și inițiind folosirea extensivă a curentului alternativ, el a adus o mare contribuție la progresul tehnic.

Cel mai mare inventator al Americii, *Thomas Alva Edison* (1847—1931), a fost și unul dintre cei mai ocupați oameni din istorie. Era de-a dreptul fenomenal. Biografia datorată lui Matthew Josephsohn [1], zugrăvește în mod plastic viața și cariera acestui om. Ca fiecare dintre noi, Edison a emis și el unele judecăți eronate, dar puține la număr. Avea un remarcabil simț al anticipării. El și-a dat seama că doar cu generatorii lui electrici nu va realiza nimic, oricît de buni ar fi ei. S-a grăbit așadar să conceapă un întreg *sistem* electric, prin care nu numai să producă energie, ci s-o și furnizeze cumpărătorilor. Se crede, în general, că Edison a inventat lampa cu incandescență. Nu el a inventat-o. Alții realizaseră înaintea lui astfel de lămpi, care nu erau însă bune. Propunîndu-și *să îmbunătățească* lampa, Edison a recurs la noua pompă de vid inventată de Sprengel. Și atunci și-a manifestat imensa lui putere de muncă, de muncă și iarăși de muncă. Pentru a realiza filamentul a încercat sute și sute de metode înainte de a obține unul care, pentru acele vremuri, era destul de bun. Așadar, el a fost acela care, prin *îmbunătățirile* aduse a asigurat succesul lămpii. În zilele noastre unii care ar trebui să fie mai bine informați, strîmbă din nas vorbind despre ceea

[1] Matthew Josephsohn, *Edison*, Mc. Graw-Hill Book Co., New York, 1959.

ce ei numesc „experimentarea pe bîjbîite“ a lui Edison. Ei uită sau poate ignoră că multe din invenţiile acestuia reprezentau pe acea vreme salturi departe în necunoscut. Pe vremea aceea mai erau încă multe descoperiri ştiinţifice de făcut. Ori erai capabil să înaintezi pe propriul tău drum, ori erai condamnat să baţi pasul pe loc. Edison a mers întotdeauna înainte. O dovedesc brevetele sale : 1 093 de brevete, cel mai mare număr atins vreodată de vreun american.

A. J. Musselman era un inventator pasionat, care ştia să se bucure de viaţă din plin. Cînd nu avea cu ce să se amuze pe placul lui, inventa ceva. Una dintre cele mai hazlii cărţi dedicate acestui remarcabil inventator — *Rotiţele din capul lui* — este scrisă chiar de fiul său [1]. A. J. avea o inepuizabilă capacitate de a pune la cale pozne, şi de a da de bucluc ca un strengar de zece ani, ceea ce nu-l împiedica să continue. Într-o noapte cineva pătrunse în prăvălia de biciclete a lui Musselman din Wichita (statul Kansas), fură o bicicletă scumpă şi o luă la sănătoasa spre vest. „A. J.“, el însuşi ciclist de înaltă clasă, cîştigător de premii la curse, încălecă propria sa bicicletă de concurs şi începu urmărirea. Pe o distanţă de 600 de mile pedală pe urma hoţului din sat în sat, din oraş în oraş. Cîteva zile mai tîrziu, după Colorado Springs, mai sus de Cripple Creek, renunţă, făcu un ocol şi coborî pe pan-

[1] M. M. Musselman, *Wheels in his Head*, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1945.

ta de la Rocky Mountain. Mai repede, din ce în ce mai repede, apoi prea repede. Frînă roata din față cu talpa și simți îndată că are cel mai cald picior din lume. Trebui să se arunce într-un șanț. Încă o încercare — aceeași poveste : din nou fu nevoit să se arunce în șanț.

Apoi, tîrînd în urma lui o legătură de vreascuri, izbuti să coboare panta mai încet. Ce urmare credeți că a avut acest nestăvilit coborîș pe bicicletă ? Cîțiva ani mai tîrziu el a devenit inventatorul frînei de roată. Multe din invențiile lui i-au adus cununa succesului. Cea mai importantă invenție a sa a fost pneul moale, adică un pneu cu presiune de umflare mai mică, care a făcut posibilă aterizarea avioanelor.

De la plictis la invenție

Din ziarul meu canadian am aflat chiar acum că *Clarence B. Darrow*, în vîrstă de șaptezeci și opt de ani, a murit. Cam prin 1930, Darrow era inginer de calorifere și reprezentant al unei fabrici de cazane. Începuse marea criză economică și inactivitatea îl apăsa greu. Atunci născoci un joc pe care și-l confecționă singur, pentru el și prietenii lui. După primele succese în localitate, începu să fabrice jocuri și pentru alți prieteni. La început cîte două pe zi.

La o sută de jocuri, capacitatea de producție a lui Darrow ajunse la limită. Se adresă atunci fabricanților de jucării, dar fu refuzat. „Ei spuneau că jocul avea nevoie de prea mulți jucători, era prea complicat, dura prea mult și ar fi provocat, pînă la urmă, conflicte între familii" (Acesta a fost verdictul experților !). S-a hotărît atunci să-și producă singur jocul și să-l vîndă umblînd din magazin în magazin. Cînd a ajuns la o vînzare de 20 000 de jocuri pe an, Barker Brothers, cel mai mare fabricant de jucării, a încheiat cu el un contract pentru fabricarea jocului „Monopol". Deși experții îi prevestiseră eșecul, a fost cea mai mare lovitură a industriei de jocuri. Iată cum, avînd încredere în sine, Darrow a mers înainte pe propria lui răspundere, a dobîndit succesul comercial și le-a dovedit experților că n-au avut dreptate.

Să lucrezi în echipă sau de unul singur?

În primăvara anului 1941 am fost solicitat să lucrez un timp pentru Laboratorul naval de artilerie : trebuiau găsiți și angajați oameni cu spirit creativ dintre inginerii și oamenii de știință, tineri sau vîrstnici. Statele Unite încă nu intraseră în cel de-al doilea război mondial, dar exista convingerea că aveam s-o facem în curînd. Laboratorul era în mare fierbere. Se străduia să formeze cadre competente în problema minelor magnetice, a demagnetiză-

rii vaselor și în realizarea multor altor proiecte. În puține luni am izbutit să angajez pentru laborator 150 de oameni.

Într-una din călătoriile mele la Washington, șeful unuia din laboratoarele de proiectare mă duse într-o sală mare. Într-o parte a sălii se aflau cinci-șase oameni, muncind în echipă. Ceva mai departe, lucrînd de unul singur, se afla Blank (să-l numim așa), un absolvent al institutului unde eram profesor. Prietenul meu mi-l arătă pe Blank și-mi spuse încet : „Blank ne-ar fi de mult mai mare folos dacă l-am putea convinge să lucreze în echipă".

Nu se poate întîlni un caz mai tipic pentru o astfel de situație : în aceeași cameră, aici echipa, iar mai încolo, solitarul ; cu toții sub presiune în fața cererii crescînde de echipamente vital necesare țării — și peste ei acel șef al cărui mod de a gîndi vi l-am relatat. *Era corect acest mod de a gîndi ?*

Să vorbim acum de un alt caz : *A. A. Michelson* (1852—1931). Născut la frontiera germano-polonă, adus în America la vîrsta de doi ani. Licențiat al Academiei navale, apoi asistent universitar pentru fizică și chimie în aceeași academie. Aici a construit un aparat care a costat zece dolari, dar care a servit la măsurarea vitezei luminii cu cea mai mare precizie atinsă pînă atunci. Pînă la urmă a fost chemat să lucreze la Universitatea din Chicago, proaspăt dotată, contîndu-se pe faptul că va atrage absolvenți la cursurile postuniversitare. Michelson i-a atras într-adevăr, dar a constatat curînd că această colaborare îi

stînjenește cercetările proprii. Drept urmare, el a făcut apel la un om foarte capabil (ne vom referi curînd la el) să-i ia „povara" din spate. Mai mult, Michelson n-a mai luat parte nici la ședințele din universitate și nici n-a mai acceptat funcții administrative.

Lucrînd de unul singur, Michelson și-a îmbunătățit aparatul și a izbutit astfel să măsoare viteza luminii în vid. A urmat apoi capodopera vieții sale : folosind interferometrul pe care-l inventase la 22 ani, el a atacat teoria eterului staționar și n-a constatat nici o influență a mișcării terestre asupra presupusului eter. Această constatare, o adevărată piatră de hotar, reprezenta aportul științific al unui solitar. După cum știți, a fost primul american care a primit premiul Nobel pentru fizică. În cartea *Michelson și viteza luminii* [1], Bernard Jaffe semnalează tot ce ar putea fi mai important cu privire la Michelson.

Cel pe care Michelson l-a chemat spre a-i încredința pe studenții absolvenți a fost *Robert Millikan* (1868—1953). Tînărul Millikan a urmat la Oberlin cursurile de filologie clasică ; și-a luat licența, a cedat insistențelor și s-a angajat să predea acolo — ce ? *Fizica !* Mai tîrziu a lucrat la Universitatea Columbia (un timp sub Michael Pupin) și apoi în Europa. Michelson i-a telegrafiat în Europa, chemîndu-l la Chicago. Absolvenții de care Michelson a vrut să scape i-au dat mult de furcă

[1] Bernard Jaffe, *Michelson and the Speed of Light*, Doubleday and Co., New York, 1960.

lui Millikan. Din această cauză, el nu s-a ocupat în mod serios de cercetări pînă în preajma vîrstei de patruzeci de ani! A fost primul care a transformat camera cu ceață în cameră cu picături și care mai tîrziu a folosit picături de ulei în locul apei. El este primul care a demonstrat că electronii, unul cîte unul, încarcă electric picătura și a măsurat chiar sarcina electronului. Experiențele lui fotoelectrice, de egală sau de mai mare importanță, i-au dat un nou imbold. Premiul Nobel pe care l-a obținut confirmă valoarea unuia dintre oamenii noștri mari.

Millikan era un om de echipă. Nu în sensul că ar fi avut nevoie de ajutorul cuiva (poate, cu excepția constructorilor de aparate); dar se înțelegea de minune cu absolvenții și în general cu toată lumea. Astăzi un tînăr Millikan, angajat într-o mare întreprindere, s-ar alătura repede colectivului de cercetare, pe care în curînd ar ajunge să-l conducă. În scurtă vreme i s-ar recunoaște geniul și i s-ar da posibilitatea să lucreze după capul lui și după propriile lui înclinații.

Millikan ne amintește de *Albert E. Hull* de la General Electric, cel mai prolific inventator în domeniul tuburilor electronice (a fost dealtfel, timp de paisprezece ani șeful lui Lafferty). Hull studiase în principal limba greacă și a predat limbile greacă, franceză și germană. Dar ulterior, după absolvirea unui curs de fizică, a făcut o pasiune pentru acest domeniu, intrînd în laboratorul lui Willis R. Whitney. Așadar, Hull a trecut de la greacă la tuburile

electronice, iar Millikan, de la studii clasice la un premiu Nobel pentru fizică.

Să revenim acum la tînărul Blank din Laboratorul naval : avea dreptate șeful lui ? N-am știut-o niciodată, căci i-am pierdut urma. Dar de fapt, cînd un solitar adevărat se manifestă ca Michelson, el este și va rămîne un solitar. Poate că sînteți curioși să știți în ce categorie intru eu ? Cînd am început să predau la Universitatea din Michigan, în 1916, nu putea fi vorba încă de colective de cercetare. Despre așa ceva nu s-a auzit pînă relativ recent. Profesorii din cele mai multe facultăți tehnice nu erau obligați să se ocupe și de cercetări, cum este cazul acum. Am ajuns să cunosc bucuriile cercetării și ale descoperirii făcute de unul singur. Totdeauna mi-am dorit să fiu un deschizător de drum și nu unul care pășește după ceilalți. În acest sens, sînt și eu un singuratic. Dar iubesc oamenii. Îmi place să lucrez cu ei și mă bucur cînd vin la mine cu diferite probleme. Cînd izbutesc ceva simt o imperioasă nevoie de a comunica cu alții — în acest sens nu sînt cîtuși de puțin un solitar. De asemenea, am puternice înclinații pentru elaborarea de proiecte noi și dorința arzătoare de a rezolva problemele eu însumi. Doresc, în măsura posibilului, să urmăresc desfășurarea unui proiect de la invenție la dezvoltare și realizare și apoi să public o comunicare și să conferențiez despre această invenție. În laboratorul meu vine multă lume. Dacă șeful unui institut de cercetare, vizitîndu-mă, ar vedea toate aparatele pe care mi le-am construit singur, ar putea

trage concluzia că ar fi trebuit să apuc, poate, pe un alt drum. Dacă aș lucra pentru el, ar încerca să-mi pună bețe-n roate. Dar știți, cum, de fapt, nu trebuie să lucrez pentru el, sîntem, în felul acesta, mulțumiți amîndoi.

Așadar: ce fel de oameni sînt creatorii?

După cele citite despre oamenii dotați cu spirit creator, ați putea compune o temă cu titlul : *Caracteristici personale ale omului cu spirit creator* ? Ar fi destul de greu, nu-i așa ? Talentul creator se găsește la oameni de tipuri, categorii și caractere diferite. Unii sînt teoreticieni, trăiesc în lumea gîndirii ; alții preferă faptele reale, experiențele. Unii dintre ei posedă ambele trăsături. Există însă și o serie de calități care le sînt comune tuturor. Au spirit de observație. Sînt intuitivi. Au imaginație. Sînt plini de elan. Sînt mereu ocupați. O bună parte dintre ei au simțul umorului, ceea ce ne amintește de grupul creativ al tinerilor care prețuiau într-o măsură atît de mare umorul.

Nu pot să nu mai adaug grupului amintit pe încă cineva : *Sir Charles Vernon Boys* care a scris mai demult o carte celebră : *Baloane de săpun* (a fost republicată în „Seria de studii științifice"). Mulți dintre cunoscuții mei au savurat-o. Boys a avut contribuții științifice deosebite, printre care și măsurarea constantei gravitaționale. Precizia acestei măsurări a fost

atît de mare încît valoarea dată de Boys a rămas în vigoare timp de cincizeci de ani. Ce fel de om era acesta ? Era un om plin de voie bună. Cînd făcea o descoperire, afla pe loc toată lumea. Ieșea din laborator strigînd și răcnind, sărind peste scaune și mese. Ce-mi plăcea mie mai mult din cîte realizase, era uriașul său generator de rotocoale de fum. Fereastra lui avea vizibilitate asupra aleii de jos și el își instalase chiar acolo generatorul. Cînd un pieton neștiutor trecea pe sub fereastră, Sir Charles îl învăluia cu unul din mărețele lui rotocoale de fum. Nu-i așa că-i grozav ?

Acum, după ce am putut cunoaște și admira pe cîțiva dintre cei mai ingenioși oameni, nu-i oare cazul să-i solicităm pe unii dintre ei să ne spună, cu propriile lor cuvinte, cum au procedat ?

5

Ce spun oamenii creativi

Din fericire, unii descoperitori și inventatori și-au „povestit" experiențele, relatîndu-le cît au putut de fidel și dezvăluindu-ne cum s-au desfășurat anumite procese creative.

Cîți dintre profesorii voștri v-au sfătuit să vă lăsați în voia intuiției sau să cedați cu încredere flerului ? Cîțiva ? Doi ? Unul ? Nici unul ? Probabil, nici unul.

Oamenii cu spirit creativ s-au convins că realizările lor nu se datoresc numai cunoștințelor sau numai raționamentului sau unei abile combinări de rutină a acestora, oricît de mare le-ar fi fost rutina. O bună parte din învățătură este destinată acumulării de cunoștințe, calificării, obținerii unor dexterități și deprinderii unui mod de a raționa. Toate acestea sînt necesare actului creator, *dar nu sînt sufi-*

ciente. Mai mult încă : ele pot fi obținute chiar în afara școlii (este cazul lui Thomas Alva Edison, care n-a făcut decît cîteva luni de școală).

Desigur, școala ne este necesară celor mai mulți dintre noi ; dar pretutindeni și la orice nivel, țelul urmărit este învățătura și aproape de loc creativitatea. În mod obișnuit acel pas misterios dar vital al procesului de creație se situează în afara experienței școlare.

Opiniile lui Goldsmith, Langmuir, Einstein

Începem cu *Dr. Alfred N. Goldsmith,* deschizător de drumuri în radio, televiziune și cinematograf.

GOLDSMITH : *Creativitatea, pentru a încerca o definiție destul de vagă, este producerea sau dezvăluirea unui fapt nou — lege, relație, dispozitiv sau produs, procedeu sau sistem — care are la bază, în general, cunoștințe accesibile, dar nu decurge direct, simplu, cu ușurință, sau doar prin intermediul unui proces logic, din informațiile care ne stau la îndemînă. O explicație posibilă a creativității ar fi că ea se bazează pe procese intuitive.*

Acest citat este scos din articolul *Un simpozion cu tema : Creativitatea,* publicat în „I.R.E., Student Quarterly", septembrie 1957, din care o parte a fost scrisă de Goldsmith. El îl citează pe Einstein :

EINSTEIN : *Cred în intuiție și inspirație... Uneori m-am simțit îndreptățit să nu mă bazez pe rațiune... Imaginația este mai importantă decît cunoașterea. Cunoașterea este limitată, în timp ce imaginația cuprinde lumea întreagă, stimulînd progresul, dînd naștere evoluției. Ea reprezintă, riguros vorbind, un factor real în cercetarea științifică* [1].

Goldsmith continuă cu *Irving Langmuir* :

LANGMUIR : *În situații complicate ale vieții avem de rezolvat numeroase probleme și de luat multe decizii. Este absurdă credința că rațiunea trebuie să ne călăuzească în toate cazurile. Rațiunea e prea lentă și prea complicată. Noi nu dispunem de date suficiente sau nu putem simplifica destul problema noastră pentru a putea să aplicăm cu succes metodele logice. Ce e de făcut în acest caz ? De ce să nu recurgem la ceea ce a recurs totdeauna neamul omenesc — folosirea aptitudinilor de care dispune, a bunului simț, a discernămîntului și experienței ? Noi subapreciem importanța intuiției. În aproape toate problemele științifice pe care le-am rezolvat cu succes, chiar în cele care au necesitat zile sau luni de muncă, soluția finală mi-a venit în minte într-o fracțiune de secundă, printr-un proces care nu era unul conștient, rațional. Sugestiile intuiției sînt adesea greșite. Cele bune trebuie disociate de cele false, uneori cu ajutorul bunului simț sau al*

[1] Vezi nota de la p. 95 (*N.T.*).

discernămîntului, alteori cu ajutorul raționamentului. Posibilitățile gîndirii umane sînt mult mai mari decît se crede în general.

Vincent J. Schaefer se referă și el la Langmuir, sub îndrumarea căruia s-a format, în articolul său *Am putea s-o facem mai bine?* [1]

SCHAEFER : *Langmuir sublinia zădărnicia de a face planuri formale în efortul de a obține idei noi. El a scos în evidență însemnătatea dezvoltării unei minți receptive, care ar putea să accepte o idee nouă sugerată de o împrejurare fericită, de o întîmplare neașteptată sau vreo altă serie de împrejurări aflate, în general, în afara puterii de control a individului, care astfel devine beneficiarul acestora.*

Să ne oprim aici pentru a vedea ce înțeles au cele spuse de Langmuir. Să ne imaginăm că am lucrat intens, teoretizînd, experimentînd și încercînd să dăm o explicație noului efect obținut. Avem nevoie de o nouă concepție care să ducă la o nouă lege, o nouă relație sau la altceva. Sîntem bine informați. Cunoaștem logica. Stăpînim raționamentul. Așa că, ne spunem noi, să lăsăm prostiile, să ne concentrăm aici la această masă de lucru și să elaborăm un raționament care să ne conducă drept la obținerea răspunsului. Asta este ceea ce spune Langmuir ? Nu. El știe că folosirea acestui pro-

[1] "Bulletin of the American Meteorological Society", februarie 1968.

cedeu nu va duce la reușită. Notați că el s-a referit la nesocotirea importanței intuiției. Există și alte cuvinte care desemnează intuiția : presimțire, fler. Ne sfătuiește oare Langmuir să fim atenți la această presimțire ? Da, desigur. Și iată și acest citat din Einstein : „Cred în intuiție și inspirație... Imaginația este mai importantă decît cunoașterea".

Stați însă, nu vă pripiți. Au spus ei oare că descoperirea unei noi legi sau realizarea unei strălucite invenții se obțin așteptînd pînă ce acel presentiment coboară asupră-ne — evitînd astfel munca încordată și chiar o inevitabilă „pierdere de timp" ? Nu. Aproape totdeauna, tot prin muncă, printr-o acumulare cantitativă de muncă pregătitoare, dedicată acestui scop, vom dobîndi și acel dar al presimțirii, acea intuiție, acea inspirație finalizatoare.

Opiniile lui Helmholtz, Poincaré și ale altora

John K. Williams, în cartea sa : *Înțelepciunea gîndirii dv. subconștiente* [1] se referă la cîțiva oameni cu înalt spirit creator :

HELMHOLTZ : (După prealabile investigări ale unei probleme)... *în toate direcțiile... idei*

[1] John K. Williams, *The Wisdom of your Subconscious Mind*, Prentice Hall, Englewood Cliffs N.J., 1964.

fericite îți vin pe neașteptate, fără efort, ca o inspirație. În ce mă privește, ele nu mi-au venit cînd eram obosit sau cînd mă aflam la masa de lucru. (Helmholtz avea inspirații în timp ce se odihnea — adeseori, dimineața).

EDISON. *Cheia unor procedee reușite vine din afara noastră. Un lucru cu adevărat nou — o idee, o melodie frumoasă — vine din văzduh.*

POINCARE[1]... *idei creatoare nu-i veneau în timp ce lucra la masă, ci în mod frecvent îi fulgerau prin minte în timpul unor alte activități.*

Williams citează un studiu privind 1 450 de cercetători chimiști cărora li se datorează o bună parte din progresele de prim ordin ale chimiei din ultimii treizeci de ani. „Cei mai mulți dintre ei... relatează că și-au făcut descoperirile în momente de relaxare, după săptămîni de muncă intensă. Soluția... n-a apărut ca rezultat al unor raționamente logice făcute la rece, ci într-o stare de luciditate și deplină relaxare, în momente de odihnă, în diferite împrejurări".

[1] Jules Henry Poincaré (1854—1912), matematician francez. A adus importante contribuții în domeniul teoriei funcțiilor fuchsiene, și în acela al topologiei algebrice. Are lucrări de fizică matematică și mecanică cerească. Vezi nota de la p. 95 (*N.T.*).

Williams mai relatează și cazul *Dr. F. G. Banting*[1]. Într-o seară, Banting își pregătea prelegerea despre diabet ce urma s-o țină studenților săi. Datele asupra diabetului erau eterogene, confuze, de nefolosit. Banting lucră pînă noaptea tîrziu, și în cele din urmă se culcă. Se trezi la două dimineața cu ideea unei cercetări pe care și-o notă imediat : „Ligaturează canalul pancreatic al unui cîine. Așteaptă șase pînă la opt săptămîni pentru degenerare. Prelevă ce a rămas și prepară un extract". Făcînd acest lucru, el a dăruit omenirii insulina, astfel încît milioane de diabetici au putut fi salvați.

Un faimos caz de intuiție relatat de asemenea în cartea lui Williams este acela al farmacologului *Otto Loewi* de la Universitatea din Graz. El se trezi într-o noapte cu o idee, o notă și se culcă din nou. Ziua următoare fu un adevărat coșmar. Știa că avusese o idee și că și-o notase, dar notițele erau indescifrabile. Printre familiarele aparate din laboratorul său, încercă iar și iar să-și amintească ideea, dar fără succes.

În timpul nopții următoare se trezi din nou, sub presiunea aceleiași inspirații. De astă dată își făcu însemnări bune. A doua zi, în labo-

[1] F. G. Banting (1891—1941), medic canadian : unul din descoperitorii insulinei, împreună cu Dr. Best ; unul din precursorii acestei descoperiri a fost fiziologul român Nicolae Paulescu (1869—1931). F. G. Banting a adus, de asemenea, importante contribuții la studiul silicozei și al cancerului. Premiul Nobel pentru fiziologie și medicină pe anul 1923 (*N.T.*).

ratorul său... „printr-una dintre cele mai simple și mai categorice experiențe din istoria biologiei, el aduse dovada naturii chimice a transmiterii impulsurilor nervoase. Această constatare a fost urmată de o largă serie de investigații desfășurate în multe țări..."

C. Guy Suits, la vîrsta de patruzeci de ani, răspundea de toate problemele de cercetare de la General Electric. El este citat de către Alex Osborn în cartea sa *Puterea dv. creativă*[1].

SUITS : *[Atitudinea pozitivă] este o caracteristică a celor cu spirit creativ. Ea este aceea care îi face să spună „da" noilor idei. Reflectați mai întîi la toate motivele pentru care o idee poate fi considerată bună; vor fi destui aceia care vă vor spune de ce „nu e bună"... Fiți însă vigilenți în ceea ce privește intuiția, și dacă așa ceva își face cumva apariția în pragul conștiinței, primiți-o cu brațele deschise. Procedînd astfel, nu veți deveni peste noapte geniali, dar veți deveni conștienți de comoara minunată de idei ce zace ascunsă în străfundurile propriului dv. creier. În general, intuiția este cea care îl călăuzește pe inventator în direcția scopului urmărit... Mai tîrziu, poate după săptămîni de căutări sterile, o nouă inspirație, apărînd atunci cînd el se aștepta mai puțin, îi servește răspunsul „pe tavă". Am văzut lucrul acesta întîmplîndu-se de nenumărate ori. Tare aș vrea să întîlnesc pe acel „om de*

---

[1] Alex Osborn — *Your Creative Power*, Charles Scribner's Sons, New York, 1948.

știință al calculului rece" pe care îl ridică în slăvi romancierii. Cinstit vorbind, mă îndoiesc de existența lui; și dacă ar exista cu adevărat, nu cred că ar putea fi vreodată autorul unei descoperiri sau invenții senzaționale.

Îmi amintesc de un prieten mai vechi, *Dr. H.R. Crane*, șeful catedrei de fizică al universității noastre. Numele lui îi este cunoscut oricărui fizician din lume. Recent a fost invitat la Toronto (acolo unde a lucrat Banting) să i se înmîneze premiul Davisson-Germer, doi savanți care, studiind difracția electronică, au dovedit că electronii se comportă și ca unde. Premiul se acordă odată la doi ani pentru cea mai bună lucrare cu privire la electron și este finanțat de Laboratoarele Bell. Lucrarea lui Crane a constat în găsirea metodei directe de măsurare a raportului dintre momentul magnetic al electronului liber și spinul acestuia, cunoscut ca „factorul g" al electronului.

În 1959 Crane a conferențiat la Expoziția Națională a Științei în localitatea Flint, Michigan despre *Gîndirea creativă și experimentul.* În cadrul prelegerii sale el a vorbit pe larg despre Henri Poincaré care, cu șaizeci de ani în urmă, a conferențiat la Paris despre experiențele lui creative. Crane a descris metoda de lucru a lui Poincaré.

CRANE : *Metoda este să te așezi și, în mod conștient, cu un serios efort de autodisciplină, să te străduiești să te concentrezi asupra problemei. De obicei, spunea el, asta poate să ceară*

H. R. Crane. Stabilind metoda de măsurare a factorului „g" al electronului, a obținut Premiul Davisson-Germer

un număr de ore, care nu trebuie în mod obligatoriu să se succeadă fără întrerupere. Efortul mintal trebuie să fie mare, dar după ce acesta s-a amorsat, problema începe să devină de-a dreptul obsedantă; ești conștient că creierul lucrează în problema respectivă, pentru că frînturi ale acesteia pătrund mereu în conștiință. După aceea, activitatea subconștientului are nevoie de cîtva timp — poate zile sau chiar

luni. Din timp în timp poate fi necesar, ca impuls stimulator, un efort conștient. În general, însă, puteți folosi atenția conștientă în alte scopuri. Momentul de apariție a soluției (dacă cumva ea apare) este absolut imprevizibil.

Rezumat

Este timpul de a încerca să rezumăm ceea ce acești oameni cu înalt spirit creativ au vrut să ne comunice. Lucrurile stau cam așa :

Mai întîi este identificată problema. Faptul poate fi rezultatul unei observații întîmplătoare ; el poate fi răspunsul la o întrebare dificilă, mai veche, care a pus în încurcătură pe toată lumea ; poate fi legat de necesitatea unui nou material solicitat unui grup de cercetare dintr-un laborator ; sau se poate datora oricărei alte împrejurări acționînd ca un stimul.

În al doilea rînd, el se manifestă ca o intensă preocupare, o dorință puternică de a rezolva problema.

În al treilea rînd, apare un efort conștient destul de masiv, care poate îmbrăca o formă sau alta. Pot fi necesare consultarea unei vaste bibliografii, folosirea unor aparate, experimente, strîngerea unor date, sau nimic din acestea. În toate cazurile, invariabil, se impune însă un *considerabil efort de gîndire*.

În al patrulea rînd, nu se poate conta pentru rezolvarea problemei doar pe efortul raționamentului logic[1]. Dacă acest efort ar fi su-

[1] Pentru a înțelege corect raportul dintre conștient și subconștient în procesul de creație trebuie avut în vedere că, atribuind intuiției rolul important ce i se cuvine, oamenii de știință și inventatorii la care se referă autorul au considerat indispensabile și decisive pentru succes gîndirea rațională, efortul sistematic de organizare a datelor și de prelucrare logică a lor, de „programare", dacă se poate zice așa, a cadrului, intensității și, într-o anumită măsură, a direcției activității subconștiente a creierului. Intuiția înflorește numai pe terenul unei intense activități conștiente. Iată ce scrie despre aceasta Henri Poincaré :

„Este verosimilă ideea că subconștientul ar putea să formeze toate combinațiile posibile, al căror număr sfidează imaginația ? În orice caz, lucrul acesta ar părea necesar, deoarece, dacă ar produce numai un mic număr dintre aceste combinații, și dacă ar face-o la întîmplare, n-ar exista decît prea puține șanse ca printre ele să se afle tocmai combinația cea bună, cea pe care trebuie s-o alegem.

Poate că explicația trebuie căutată în acea perioadă preliminară de activitate conștientă care precede întotdeauna orice activitate subconștientă utilă. Dați-mi voie să fac o comparație cam grosolană. Să ne închipuim elementele viitoare ale combinațiilor noastre ca fiind atomii încîrligați ai lui Epicur. În timp ce mintea e în repaus complet, acești atomi sînt nemișcați ; stau, ca să zic așa, agățați de perete.

Pe de altă parte, într-o perioadă de odihnă aparentă și de activitate subconștientă, unii dintre aceștia se desprind din perete și se pun în mișcare. Ei se năpustesc în toate direcțiile spațiului (era să zic camerei) în care sînt închiși — ca un roi de țînțari, sau, dacă preferați o comparație mai elevată, ca moleculele unui gaz în teoria cinetică a gazelor. În felul

ficient, mulți lucrători dintr-un domeniu sau altul de activitate l-ar efectua cu succes, dar în general de pe urma lui nu vor rezulta produse cu adevărat creative.

În al cincilea rînd, intuiția sau inspirația trebuie susținută în mod deliberat și acceptată fără reținere, din toată inima. De fapt întreg procesul poate fi amorsat de o simplă presimțire.

În al șaselea rînd, cei ce desfășoară astfel de activități știu foarte bine că așa-numita intuiție finală, inspirație sau „scînteiere de geniu" nu vin în timpul unei activități conștiente și al unei intense concentrări a gîndirii. Ei pot mai degrabă să spere în ivirea ei într-un moment cu totul imprevizibil, cînd nu sînt angajați într-o muncă de rutină și de obicei cînd sînt departe de locul unde se desfășoară această muncă.

---

acesta ciocnirile dintre ei pot produce noi combinații.

Care este rolul muncii conștiente preliminare? Este, evident, acela de a mobiliza pe unii dintre acești atomi, de a-i desprinde din perete și de a-i pune în mișcare. Nouă ni se pare că n-am făcut nimic bun, deoarece, în dorința de a le combina, am mișcat aceste elemente într-o mie de moduri, fără a fi găsit totuși nici o aranjare satisfăcătoare a lor. Dar după ce au fost scuturați astfel datorită voinței noastre, atomii aceștia nu se întorc în spațiul lor inițial. Ei își continuă dansul în libertate.

Dar voința noastră nu i-a ales la întîmplare; ea a urmărit un scop bine definit. Atomii mobilizați nu sînt niște atomi oarecare; ei sînt aceia de la care putem aștepta în mod rezonabil soluția dorită..." *(N.T.)*

Nici unul dintre cei despre care s-a vorbit în capitolul de față și în cel precedent nu erau psihologi. Ei și-au ales propriile expresii și au descris experiențele lor creative cum s-au priceput mai bine. Să presupunem însă că i-am întreba pe cei ce au folosit cuvîntul „subconștient" : „Ce înțelegeți prin acesta și cum credeți că lucrează el?" Le-ar fi destul de greu să dea un răspuns satisfăcător. Dealtfel nici psihologilor nu le prea vine la-ndemînă să lămurească această problemă.

Psihologia creativității este studiată din ce în ce mai amplu și s-au obținut unele progrese. Cei cu spirit creator pot citi tot mai multe despre această nouă disciplină ; ei află astfel cum să-și orienteze mai bine propriile eforturi și cum să obțină succese mai mari.

6

Așadar, aveți și dv. o idee?

Acum, apropiindu-ne de mijlocul cărții, de ce să nu ne îndreptăm atenția *chiar spre dv.*? Aveți desigur și dv. idei. Gîndiți-vă, care sînt obiectivele dv. proprii? Ce-ar fi să-ncercați verificarea uneia dintre ideile dv.? Cum stați cu capacitatea de a parcurge drumul de la o idee la diversele ei consecințe? Dar cu discernămîntul? Dar cu ideile preconcepute? Toate acestea și multe altele au existat în viața primilor descoperitori și inventatori cu mult înainte ca cineva să fi scris studii sau cărți despre creativitate și procese creative. Așadar, aveți și dv. o idee? În ce măsură sînteți pregătiți să întreprindeți pași, fie cît de modești, pentru a împinge înainte această idee?

Să presupunem că aveți șaptesprezece ani. Ați învățat foarte multe despre viața ce vă înconjoară. Dezvoltîndu-vă, călătorind, discutînd cu oamenii, văzînd cum se construiesc casele, făcînd cumpărături în magazine, mîncînd, dormind, fiind bolnavi și însănătoșindu-vă, toate acestea și multe altele v-au făcut să știți o mulțime de lucruri. Apoi, ați citit o serie de cărți, și asta v-a deschis orizonturi asupra unor lucruri și locuri pe care nu le-ați văzut personal niciodată. Adăugați la acestea experiența școlară, cunoștințele și deprinderile dobîndite acolo și voi fi îndrituit să afirm că sînteți bine pregătiți pentru a avea tot felul de idei, în cele mai diferite domenii.

Un tînăr cu înclinații creative dorește să facă muncă de pionierat. Cîndva tinerii noștri visau să plece în Vest, pentru a ajuta la defrișarea acelor ținuturi. În general aceste timpuri au trecut. Dorințele dv. de pionierat s-ar putea orienta către activități de explorare a spațiului cosmic. Ele fac parte din prezent și vor fi o preocupare a viitorului. Dar oricît de mult v-ar atrage aceasta, nu uitați rîul în care vă place să vă scăldați. Odinioară limpede, el este acum poluat. Sînt necesare ideile și munca dv. pentru ca el să redevină o apă curată. Și există multe șanse ca atunci cînd veți fi gata să vă aduceți contribuția, poluarea să mai fie încă prezentă, așteptîndu-vă.

Sînt milioane de alte lucruri care așteaptă contribuția muncii voastre de pionieri creativi. Așadar, aveți o idee ? Perfect ! Și ce-aveți de gînd să faceți cu ea ?

Ideea dv. e veche sau nouă?

Cînd aveți o idee promițătoare, atitudinea dv. se poate situa la una din cele două extreme. Extrema optimistă : „Este ideea *mea ;* nimeni nu s-a gîndit la ea pînă acum, cum aș putea să obțin cît mai repede un brevet, înainte ca altcuiva să-i vină aceeași idee ?“ Extrema pesimistă : „Aiurea ! n-am decît șaptesprezece ani. Ce motive am să presupun că ar fi vorba de ceva cu adevărat nou ? Mai mult ca sigur că așa ceva a mai fost inventat de o mie de ori pînă acum !“

Care ar fi atitudinea potrivită ? *Nici una din acestea două.*

Trebuie să fiți un pesimist optimist. Să aveți bunul simț de a vă da seama că, mai ales în domeniile vechi, îndelung cercetate, au lucrat încă demult numeroși oameni ingenioși. Așadar este foarte probabil ca ideea dv. să fie veche. (Oricum, emoția de a fi găsit acel lucru *în mod independent* este îndreptățită.) Pe de altă parte însă, speranța trebuie păstrată vie. În unele cazuri s-ar putea ca toți predecesorii „să fi trecut pe alături“.

Obiective greşite sau imposibile

Fiecare individ cu spirit creativ are parte şi de o seamă de idei sau inspiraţii care-l aduc în impas : ele se dovedesc a fi greşite sau imposibil de realizat. De exemplu : în ciuda îndelungatei istorii a ştiinţei, legea conservării energiei a fost demonstrată relativ de puţină vreme, ceea ce explică de ce atîţia oameni ingenioşi s-au străduit să realizeze mişcarea perpetuă.

Chiar şi acum, un inventator prost informat poate avea o idee „grozavă". De ce să nu inventeze o *super-sare* ? Sarea obişnuită este sărată şi nimic mai mult. De ce să nu realizeze o sare perfecţionată (pe cale chimică) astfel ca super-sarea să fie de o sută de ori mai sărată decît cea veche ? Cunoaşteţi, dealtfel, răspunsul : sarea este şi va rămîne Na Cl, nici mai mult şi nici mai puţin. Natura refuză cu încăpăţînare să ne permită nesocotirea legilor ei.

Cu cît vă daţi seama mai repede, pe o cale sau alta, că ideea ce vi se pare atrăgătoare este o imposibilitate, cu atît mai bine ; atenţia dv. va putea să se îndrepte către idei cu şanse reale. În ceea ce priveşte obiectivele greşite, trebuie să procedăm cu grijă. O idee poate fi realizabilă, dar să nu poată fi luată în considerare din motive de ordin practic. În cazul acesta este tot o idee greşită. De exemplu, batoanele de ciocolată sînt învelite în staniol. Ştim că instalaţii automate speciale efectuează

această învelire. Să facem atunci batoane de săpun și să sugerăm unei întreprinderi de ciocolată, care posedă acele instalații, să vină în ajutorul fabricii de săpun, împachetînd ambele feluri de produse. Mai mult chiar, puteți argumenta în mod corect că o serie de instalații din uzină sînt destul de asemănătoare pentru fabricarea ambelor produse (fierbere, amestecare, turnare și presare în forme). Și, desigur, știți că întreprinderile sînt gata să-și extindă liniile de fabricație ori de cîte ori constată că și alte produse pot fi obținute cu același echipament.

Atunci în ce constă greșeala ? Iat-o : o fabrică de ciocolată se mîndrește cu gustul produselor ei și cheltuiește o sumă importantă cu reclama spre a menține interesul cumpărătorilor pentru batoanele ei de ciocolată. Ați putea convinge o astfel de întreprindere să-și folosească firma pentru *săpun* — un produs cu o savoare pe care nimeni n-ar dori s-o încerce ? Problema practică, este, în acest caz, legată de reacțiile omenești.

Un exemplu obișnuit de idee greșită este și aceea al cărei principiu de bază nu se poate aplica în cazul respectiv. Iată un exemplu : un licențiat în arhitectură a văzut undeva niște imagini și a învățat că liniile cîmpului electric au forme frumoase. De asemenea a învățat că forțele electrostatice pot fi folosite în vopsirea prin stropire electrostatică. El află că eu mă cam pricep în aceste domenii și vine cu această idee la mine. În linii mari, s-ar pune problema obținerii unor noi efecte decorative, cerînd

forțelor electrostatice să facă două acțiuni simultane. El ar aplica tencuielile din ipsos sau ciment pe ziduri pe cale electrostatică, materialul aplicat căpătînd în același timp formele curbe specifice cîmpului electric. Tot respectul pentru imaginația lui ! Dar unde-i greșeala ? Forțele electrostatice pot mișca particule mici, ușoare, de vopsea, dar niciodată nu vor putea fi folosite ca să proiecteze cantități de ipsos de o anumită greutate.

Vă străduiți să creați un obiect pentru o expoziție științifică. Să zicem că vă gîndiți la două mase între care să existe o atracție reciprocă. De asemenea, cunoașteți legea : forța este proporțională cu produsul maselor împărțit la pătratul distanței dintre centrele acelor mase. Aha ! De ce n-ați valorifica această lege pentru o spectaculoasă demonstrație practică ? Atîrnați una din mase de un fir lung ; faceți ca cealaltă masă să se miște destul de aproape de prima și demonstrați că aceasta execută o ușoară mișcare de apropiere. Ce nu-i în regulă în acest aranjament ? În teorie, nimic. Necazul provine din faptul că efectul pe care vreți să-l evidențiați este atît de infim încît celelalte efecte (vibrații, mișcarea aerului, micile mișcări ale clădirii datorite deplasării persoanelor etc.) vor anihila complet efectul pe care vreți să-l demonstrați — în afară de cazul că ați recurge la un instrumentar foarte pretențios.

Există însă diverse argumente în spijinul unei atitudini precaute în cazul „ideilor greșite". Din cînd în cînd „experții" se înșală, declarînd drept greșită o idee care e de fapt

bună. Un caz considerat clasic este acela al lui Edison, care declarase că un generator electric ar trebui să aibă *o rezistență internă cît mai mică posibil*. Părerea lui a fost apreciată ca greșită atît de experții de la noi cît și de cei din străinătate. Unii au mers pînă acolo încît l-au considerat pe Edison un impostor. Dar Edison nu s-a dat bătut și a construit astfel de generatori. Dreptatea era de partea lui Edison și generatorii săi au dovedit-o.

Verificarea unei idei

În perioada actuală prezintă un mare interes realizarea unui automobil acționat fie prin baterii, fie prin pile de combustie. Cunoașteți, desigur, unul dintre motive : motorul cu benzină contribuie pe diverse căi la poluarea aerului. Tot gîndindu-vă la lucrul acesta, vă vine o idee. Vă amintiți de praștia din copilărie făcută din benzi de cauciuc. Ați avut și un avion jucărie acționat în același fel. Bine. De ce un automobil n-ar putea fi acționat cu benzi de cauciuc tensionate ? Pasul dv. următor ar putea fi căutarea unui inginer mecanic căruia să-i cereți părerea despre ideea dv.

În lipsă, să vedem ce ați putea face pentru a vă încerca ideea prin propriile forțe. Pot fi confecționate benzi de cauciuc de dimensiuni destul de mari ? Desigur. Ați putea duce un astfel de automobil la o stație de întreținere pentru a-i face „plinul" ? Nu. Încă nu. Ar fi

însă o idee strașnică ! Vă și imaginați milioane de astfel de mașini, cu stații adaptate pentru deservirea lor. Acolo o instalație cu motor va retensiona benzile în cîteva minute. Pînă acum, nici o dificultate. Pînă acum nu vi s-a cerut decît să gîndiți. Și acum încă o problemă de gîndit : ar fi oare foarte costisitoare acele benzi de cauciuc ? Nu știți. E o chestiune pe care deocamdată o amînați. Dacă alte încercări nu vă compromit ideea, veți reveni la ea ; dacă a fost compromisă, problema costului nu mai are nici o importanță.

Pasul următor. Procedînd așa cum ar proceda în locul dv. un tînăr inginer proiectant, ați dori să consultați la bibliotecă diverse lucrări despre cauciuc, pentru a afla ce energie poate acumula în el. Există imense cantități de informații din toate domeniile, care vă așteaptă. Un număr foarte mare de date, dintre cele mai uzuale, larg folosite, sînt îndeobște cunoscute. Adeseori îți dai seama însă că tocmai acele date precise de care ai nevoie nu sînt de găsit. S-ar putea să nu găsești, de pildă, nimic despre capacitatea de acumulare energetică a cauciucului.

Atunci în loc să căutați în manuale, vă gîndiți la un alt mod de abordare a problemei : să vă transformați într-un tînăr inginer experimentator. Vă procurați cîteva benzi de cauciuc și faceți o încercare. Dintr-un maldăr de benzi de același fel alegeți una, pe care o încercați. Stabiliți ce greutate trebuie să atîrnați, tensionînd-o, ca s-o faceți, să zicem, de cinci ori mai lungă decît în situația relaxată. Încercați și

dintre celelalte cîteva, pentru a stabili o valoare medie. Apoi îngrămădiți benzi pe decimal, pînă ajung la o greutate frumușică. Înscrieți cifra găsită. Socotiți apoi în kilogrammetri energia pe care o puteți acumula în cantitatea de cauciuc respectivă.

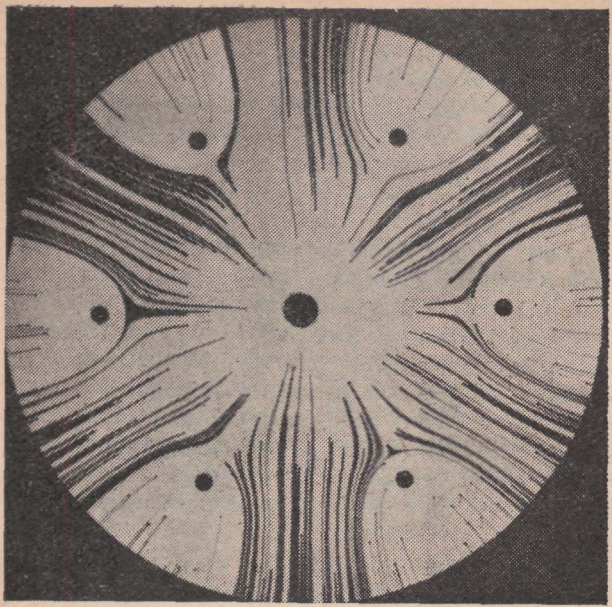
Și acum, în ce privește mașina. Cît din greutatea ei totală ar putea reveni cauciucului? Nu știți, dar apreciați că jumătate. Apoi, ce pierde prin frecare întregul sistem, și ce putere ar fi necesară pentru a învinge rezistența aerului? Aici vă poticniți. Fără a cunoaște răspunsul, cum ați putea stabili cîți kilometri poate parcurge automobilul la șes, cu o singură tensionare? Dar nu vă dați bătut. Vă mai amintiți că o mașină trebuie să urce și pante. Presupunînd o pantă de 5%, va fi necesar un anumit număr de kilogrammetri pentru a ridica mașina cu cinci metri, parcurgînd o sută de metri. Înainte de a efectua acest calcul, faceți o pauză, presupuneți că n-ar exista pierderi și că întreaga energie acumulată s-ar consuma pentru ridicarea pe pantă a mașinii. Cînd veți afla ce pantă poate urca mașina veți renunța la încercarea ideii. Veți zîmbi și veți pune ideea... la coș.

Moderarea condițiilor impuse

Perfecțiunea nu poate fi atinsă. Dacă ideea dv. creatoare necesită un material perfect, puteți să renunțați la ea : nu există astfel de materiale. Dar se găsesc multe materiale bune,

din care unele pot să corespundă pe deplin nevoilor dv. Dacă doriți un material absolut refractar la căldură nu veți găsi, dar într-o mare varietate de cazuri există mijloace de reducere a pierderilor de căldură pînă la nivelele rezonabile. Dacă vreți o baterie cu randament de 100%, n-o veți avea niciodată; dar, la drept vorbind, aveți cu adevărat nevoie de așa ceva? Uneori, o condiție pe care o *credem* necesară, cum ar fi un anume material, sau un procedeu sau funcțiune este de fapt o simplă închipuire. De îndată ce se trece la moderarea condițiilor impuse, facem pași mari înainte. *În tehnică nu există soluții perfecte. Ceea ce realizăm pînă la urmă sînt niște compromisuri optime. În știință nu există instrumente perfecte. Ceea ce e de dorit este un instrument destul de bun pentru atingerea scopului.*

Cartogramele de fluid pe care le-am realizat ilustrează perfect ceea ce discutăm acum. Puteți vedea una din acestea în p. 108, așa cum a apărut pe coperta revistei *Scientific American* din iulie 1967. O cartogramă de fluid necesită imersiune într-un lichid, în mod obișnuit apă (apa e ieftină!). Există un element superior, o placă de sticlă, prin care privim sau fotografiem. Dedesubt este elementul inferior, pe care-l numim *dală*. Între cele două elemente există un spațiu *îngust* de scurgere. Cu ajutorul unui orificiu în dală, în comunicare cu un vas sau mai multe, este indusă o scurgere în menționatul spațiu îngust. Linii colorate cu ajutorul unor cristale de perman-



O cartogramă de fluid, care simulează cîmpul electric al unei triode

ganat de potasiu fac vizibil modelul de scurgere. Modelul poate să reprezinte totodată liniile unui anume *cîmp potențial,* cum ar fi cîmpul magnetic sau electric sau un cîmp de conducție termică. Astfel de linii se văd în ilustrație. Apa debitată de orificiul central a fost colorată diferit de aceea debitată prin cele 6 orificii periferice. Se pun nenumărate probleme de cîmp care-și așteaptă soluția. Sînt necesare

așadar *dale* de toate formele. Materialul de confecționare al dalei trebuie să fie ușor de prelucrat și modificat.

Cînd am început să mă ocup de cartogramele de fluid — acum vreo douăzeci de ani — mi s-a părut simplu să formulez trei condiții pentru materialul de dale. Trebuia să fie tenace, dur și rigid, să nu fie friabil. Trebuia să fie insolubil în apă. Trebuia să fie impermeabil, să nu permită pătrunderea apei. Bunul simț impunea primele două condiții. Teoria o cerea pe cea de-a treia. Și apoi ? *N-am progresat pînă ce n-am contravenit tuturor celor trei condiții pe care mi le impusesem.* Am adoptat *ipsosul.* Sînt mai multe feluri de ipsos — ipsos de Paris, ipsos de zidărie ș.a.m.d. Eu îl întrebuințez pe cel folosit de dentiști, așa-numitul „dentafix" (întrebați-l pe dentist !). Dacă-mi cade o dală, se sparge (dar am făcut poate două mii de dale și-am scăpat doar una). Ipsosul este puțin solubil în apă, o imersiune prelungită pricinuiește o anumită alterare a peliculei exterioare, ceea ce poate conduce la erori (dar în practică durata folosirii este atît de scurtă, încît aceasta nu contează). Ipsosul are o oarecare porozitate. Apa pătrunde prin el și deci se produce o pierdere cu care teoria nu e de acord (dar pierderea e atît de mică încît nici aceasta nu contează). Drept compensare a faptului că am moderat, ba chiar am și *violat* propria mea triplă condiție atît de „rezonabil" aleasă, am putut realiza progrese : ipsosul este ieftin, minunat de ușor de prelucrat și adaptabil celor mai variate cerințe.

Cîte condiţii poţi pune unui material?

Îţi vine ideea construirii unui dispozitiv fizic. El trebuie alcătuit din materiale. Ţi se oferă însă un număr imens de materiale. Un prospect pentru nylon al firmei Du Pont arată că în cei douăzeci şi cinci de ani ce au urmat după 1919, folosind carbon, hidrogen, oxigen şi azot, au fost realizate peste două sute de mii de combinaţii cu totul noi. De atunci numărul acestora a tot crescut şi a mai apărut un număr uriaş de combinaţii de altă natură. Dar să presupunem că o piesă de mare importanţă a dispozitivului dv. trebuie să îndeplinească un anumit număr de condiţii, după cum urmează :

Condiţia 1. Să fie rigidă şi foarte rezistentă. Materiale accesibile : mii de aliaje metalice ; zeci de materiale plastice ; numeroase tipuri de sticlă şi ceramică ; diferite sorturi de roci.

Condiţia 2. Să fie bună conducătoare de electricitate. Materiale accesibile : mii de aliaje metalice,

Condiţia 3. Să se prelucreze uşor. Materiale accesibile : zeci de aliaje metalice.

Condiţia 4. Costul pe unitatea de greutate trebuie să fie coborît. Materiale accesibile : puţine.

Condiţia 5. Să se găsească în multe dimensiuni, sub formă de bare şi foi. Materiale accesibile : aluminiul şi alama.

Condiția 6. Să se lipească ușor. Materiale accesibile : alama.

Condiția 7. După ce a fost lustruită să nu-și piardă luciul în contact cu aerul. Materiale accesibile : NICI UNUL !

Uneori este deajuns o singură condiție impusă (sau două) ca să ajungem în situația „nici unul". După care, renunțăm. Sau poate că nu ! Din fericire, găsim o cale de moderare a anumitor exigențe, găsim un material potrivit pentru a putea merge mai departe.

Să ne oprim puțin pentru a lămuri o problemă de cea mai mare importanță. De nenumărate ori descoperitorii și inventatorii s-au lovit de acel „nici unul accesibil". După care, grație spiritului creativ, materialul necesar *a fost făcut accesibil.* Și apoi, foarte adesea nu numai că se umplea acel gol, dar se și producea o extindere, în sensul că noului material i se dădeau diferite alte întrebuințări. Astfel, prin învingerea unor piedici, progresul era asigurat.

Elaborarea unor noi materiale este actualmente unul dintre cele mai active domenii ale tehnologiei.

Problema bicicletei

Utilizez și iarna și vara o bicicletă de tip englezesc, marca Raleigh. Putem oare considera că bicicleta a ajuns la dezvoltarea ei finală ? Categoric, nu ! De aceeași părere este și inginerul englez D.G. Wilson, încadrat acum

la Institutul Tehnologic din Massachusetts. În timp ce elaboram lucrarea de faţă, el a fixat un premiu de cinci sute de lire sterline pentru îmbunătăţiri aduse transportului fără motor. „În prezent, acest gen de transport este asigurat aproape în întregime de bicicletă. În cele mai multe dintre ţările în curs de dezvoltare, bicicleta este singurul mijloc de transport pentru distanţe medii şi chiar lungi accesibil unei mari părţi din populaţie. Cu toate acestea, în cursul acestui secol bicicleta aproape că nu a cunoscut perfecţionare. S-ar putea cita ca neajunsuri ale bicicletei : efortul mare cerut de acţionarea ei ; faptul că biciclistul nu este ferit de murdărie ; frîna de roată, care îşi pierde în mare măsură eficienţa pe timp umed ; reparaţiile şi întreţinerea necesită un timp disproporţionat de mare ; în caz de ciocnire sau răsturnare este foarte probabil că biciclistul va fi rănit ; raportat la greutate, costul unei biciclete este de trei ori mai mare decît al unui mic automobil". Toate acestea sînt adevărate. Să luăm de exemplu, lanţul. Dacă-l ungi sau îl gresezi, se îmbibă cu praf şi nisip. Dacă n-o faci, ruginește. Lanţul meu este totdeauna ameninţat să ruginească iarna, cînd pe străzile îngheţate se aruncă sare. Poate că v-aţi gîndit la un arbore de transmisie cu angrenaje la ambele capete şi etanş la murdărie şi apă. Mai mult ca sigur că s-a încercat ; sînt convins însă că soluţia era foarte costisitoare. Actualmente transmisia hidraulică se adaptează uşor în aplicaţiile cu acţionări mecanice. Nu le cunosc pe acestea destul de bine

pentru a discuta posibilitatea folosirii lor în cazul bicicletelor, dar cunosc prea bine bicicletele pentru a dori foarte mult ca ele să aibă o bună transmisie. Poate că unul dintre voi o va inventa şi va aduce astfel prima îmbunătăţire importantă de la inventarea frînei de roată a lui Musselman.

Problema jojei de ulei

Cum aş putea să ştiu cînd anume are nevoie maşina mea de ulei ? Omul de la staţia de benzină ridică capota, scoate şi şterge joja de ulei, o introduce, o scoate iarăşi, se uită pînă unde a rămas urma de ulei şi spune : „Mai aveţi doar un sfert". Procedînd aşa, el foloseşte un dispozitiv simplu şi ieftin care nu se uzează niciodată şi oferă o siguranţă deplină în exploatare. Dar procedeul răpeşte timp. Astăzi noi tindem să obţinem informaţiile *în mod automat*. Cînd mă îndrept către o staţie de aprovizionare nu-l întreb pe servant dacă am sau nu nevoie de benzină. Instrumentul de bord m-a informat de aceasta. De ce nu există şi un instrument care să-mi spună cît ulei ar trebui să cumpăr ? De ce să nu am şi un instrument care să indice nivelul uleiului ? Aţi putea inventa aşa ceva ?

Dacă ar fi să luăm o atitudine pesimistă, am pune în evidenţă un aspect negativ, legat de siguranţa de funcţionare. Aţi putea garanta că dispozitivul imaginat de dv. va fi perfect şi

totdeauna sigur ? N-ați putea. V-ați lua riscul să dotați motorul *dv.* cu un dispozitiv care dă indicații juste *aproape* totdeauna, dar nu totdeauna ?

Dar... destul cu pesimismul ! Oare joja aceea atît de simplă, ieftină și inofensivă este întotdeauna sigură ? Da, ea este ; *oamenii* care o mînuiesc ar putea însă să nu fie. Un servant mai neglijent poate să nu o introducă destul de adînc. Un servant necinstit, *nu o introduce destul,* făcînd aceasta cu bună știință ; el vrea să vîndă ulei ; sau o introduce înaintea momentului potrivit. Și acum un caz real, opus celui de mai sus. După „turneul" meu canadian, cînd cea mai mare parte a cărții era deja scrisă, am încărcat echipamentul în vagonul de cale ferată, pregătindu-mă să fac cu mașina drumul de 440 mile spre casă. Benzină aveam. Un tînăr servant a controlat uleiul. Verdictul : „E plin". Dar impresia mea era alta ; în loc să-l contrazic, am oprit la următoarea stație pentru a verifica uleiul. Servantul de aici abia dacă a văzut o urmă de ulei la capătul de jos al jojei ! Joja de ulei este un dispozitiv sigur. Nu sînt însă la fel de siguri cei ce o folosesc.

Am discutat recent despre această problemă cu un inginer de automobile. După cum era de așteptat, ea a frămîntat zeci de ani industria automobilelor. Ea îi mai plictisește și îi frămîntă pe specialiști și astăzi. Fapt este că deocamdată mașinile posedă joje de ulei. Aveți în vedere ceva nou în această privință ?

Acea calitate prețioasă pe care o numim *discernămînt* sau *capacitate de apreciere* ne permite ca, bazîndu-ne pe experiență, să apreciem o situație și să putem spune : „partea asta ar trebui să fie mai mare“ sau „sînt sigur că va funționa“ sau „probabil că vremea se va îndrepta — putem să ne pregătim de picnic“.

În principiu nu există nimic care să poată înlocui experiența concretă, în formarea capacității de a discerne în diferite împrejurări. Un inginer proiectant cu experiență posedă o excelentă capacitate de apreciere ; în bună parte ea provine din perfecta cunoaștere a mecanismelor și anume din primă sursă ; restul, din priceperea de a calcula rezistența părților componente ale mecanismului respectiv, de a prezice performanțe și alte elemente de acest fel.

Sînteți de pe acum destul de bine înarmat pentru a aprecia cu discernămînt ; aceasta este rezultatul unei vieți active. Iată, vine spre dv. o minge de tenis, joasă și rapidă. Trebuie s-o stopați chiar lîngă plasă, sau s-o trimiteți cu o lovitură puternică în fundul terenului ? În tenis, ca în oricare sport activ, discernămîntul, capacitatea de apreciere se ascute treptat, se rafinează. Zmeul frățiorului s-a agățat de capătul unei ramuri, ești rugat să i-l desprinzi de acolo. Te va ține creanga ? Avînd o oarecare experiență în privința rezistenței crengilor, discernămîntul îți va spune : mergi înainte, dar cu grijă. Au nevoie inginerii

și oamenii de știință de un cît mai bun discernămînt ? Desigur că da.

Un om lipsit de discernămînt nu poate străluci decît cu totul întîmplător. Pe de altă parte însă contribuții științifice foarte importante au venit din partea unor oameni cu inteligență obișnuită, dar cu un remarcabil discernămînt.

Ideile preconcepute

Să presupunem că vă vine în minte să acționați un automobil cu benzi de cauciuc tensionate. Dacă, drept urmare, vă ziceți : „asta-i o prostie“ sau „mulți s-or mai fi gîndit la asta și și-or fi dat seama că n-o să meargă“ sau „ar necesita angrenaje prea complicate pentru viteză și comanda de direcție“, atunci i-ați opus ideii dv. o serie de idei preconcepute. Ați putea ceda ideii proconcepute că atracția între două mase nu poate fi măsurată, deoarece forța respectivă este prea mică. Dar asta te lipsește de satisfacția de a afla cît anume este de mică și cît de mică va fi devierea.

În căutarea unor idei noi sau dezvoltarea acestora, ideile preconcepute pot avea un efect inhibitor. Tocmai pe aceasta pun accentul cei ce pledează pentru așa-numitul „brainstorming“ [1]. Ei susțin că în această fază a procesului creativ,

[1] Brainstorming — vezi, la p. 226, *Asaltul creierelor*. (*N.T.*).

cînd se manifestă puternic nevoia de idei, gîndului trebuie să-i fie permis să alerge cu totul nestăvilit, generînd tot felul de idei, dintre care multe pot fi absurde. Să oprești și să îngropi sub mormanul de idei preconcepute fiecare idee care apare, spun ei, poate avea urmări fatale. Este mult adevăr în acest mod de a vedea.

Omul cu cele mai perseverente prejudecăți pe care l-am cunoscut vreodată era un student de-al meu. Trebuie să fi fost urmașul unui lung șir de pesimiști inveterați. Era o calamitate pentru clasă. De cîte ori încercam să vorbesc despre o nouă perfecționare demnă de a ne atrage atenția, ridica pe neașteptate mîna, căutînd cu tot dinadinsul ce ar mai putea spune împotriva celor propuse. Odată, ajuns la capătul răbdării, i-am întins o cursă. Am intrat în clasă și am pus din capul locului următoarea problemă : „Ce ați zice de o lanternă fără baterie ? Cu un mic generator electric înăuntru și un mîner ce trebuie apăsat ; cu un volant și un arc de rapel al mînerului, apăsările ar continua, ca și cum ai pompa ; obții astfel lumină oricînd vrei în modul cel mai comod". Deodată mîna opozantului nostru săltă. Mușcase din momeală. A și început să ridice obiecții. Atunci am scos din buzunar exact acel tip de lanternă și am început să-l acționez (mi se spune că multe din acestea au fost folosite în ultimul război mondial). Credeți că l-am vindecat ? Nu. Nimic nu-l putea lecui.

7

A învăța, a observa, a vizualiza

Fiind tînăr, cu un puternic spirit creativ și cu o largă gamă de preocupări, vă gîndiți la o carieră bazată pe o activitate creativă. Aveți însă de făcut față unei dileme, și este foarte greu de prezis spre care dintre alternative va înclina balanța. În primul rînd, nu puteți ști încotro vă vor mîna imboldurile, interesele, munca. În al doilea rînd, nu puteți prevedea tot ce va fi necesar să cunoașteți sau să deprindeți în vederea acestui viitor abia perceptibil. Este, desigur, o mare întrebare, dar e și o provocare pe care acest viitor v-o adresează. Împinsă pînă la ultimele consecințe, problema se pune astfel : — Trebuie să învăț pînă într-atît încît să știu totul despre toate ? Sau — oare ? — îmi pot spune : „Cînd voi avea nevoie să știu ceva... voi vedea atunci !"

Tot ceea ce creați provine din cutia dv. craniană. Să zicem că *ați putea* realiza un act de creație, dar vă lipsește din bagajul de cunoștințe un singur element esențial : e destul pentru ca reușita să vă scape. Ceea ce nu este în mintea dv. n-are cum să iasă de acolo. Nenumărați inventatori s-au trudit și au asudat pentru o invenție pe care n-au știut cum s-o ducă la bun sfîrșit. Apoi, undeva, unul dintre ei vede sau citește despre un mecanism sau material sau procedeu pe care nu-l cunoștea pînă atunci — și își dă seama pe loc cum poate ieși din încurcătură.

„Învață să gîndești ; nu căuta să memorezi ; cînd vei avea nevoie, vei căuta și vei găsi". Nu-i așa că nu vă întîlniți pentru prima dată cu povața aceasta ? Cei cărora le-a fost dată se numără cu milioanele. Dar această afirmație poate fi pe atît de adevărată, pe cît poate fi și de falsă. Dacă prin asta se înțelege că nu e nevoie să memorezi tablele de logaritmi, ea este perfect valabilă. Dacă însă ea se referă la un constant refuz de a memoriza orice, sfatul este extrem de periculos. Cînd vorbiți cu oameni de știință sau cu ingineri de mîna întîi, aveți de-a face cu oameni care au reținut o imensă cantitate de informații ; în același timp aceștia recurg la referate, cărți, caiete și tabele de informații care nu sînt frecvent necesare, sau sînt prea ample pentru a fi memorate (să

nu vă faceți o idee greșită ; ei nu-și pierd timpul trudindu-se să rețină orice fapte și date ; ei învață pe calea cea mai simplă și mai sănătoasă : nutrind un profund interes pentru propria lor muncă ; o bună parte din cunoștințe se reține astfel în mod automat).

Pentru un tînăr pe care-l așteaptă o carieră creativă nu e niciodată prea devreme să treacă la însușirea unui impresionant bagaj de fapte, legi, principii, relații și proprietăți.

Se vor găsi totdeauna oameni care vor pune întrebarea : Cum să acumulez o cantitate atît de mare de cunoștințe ? Cei dotați cu spirit creativ nu pun astfel de întrebări. În primul rînd, bună parte din cunoștințele lor sînt organizate. În al doilea rînd, ei știu din proprie experiență că dacă un anumit fapt „neînsemnat", o lege sau un efect care ar trebui cunoscute, nu se află în memoria lor și dacă nici nu-l găsesc la nevoie, sînt pierduți.

Gîndiți-vă că ați fi foarte preocupați de dispozitivele *electromecanice*, dar că *optica* vă plictisește. În consecință neglijați tot ce aparține acestui domeniu. Vine însă o zi cînd un dispozitiv important la care ați lucrat ar putea fi terminat dacă ar fi completat cu un detaliu simplu, sigur și ieftin, care ar face parte din domeniul opticii fibrelor. Dar în timp ce milioane de alți cercetători își dau seama la timp de importanța acestui tip de optică, dv. de-abia știți de existența ei și astfel vă lipsește un element vital al dispozitivului conceput (să sperăm că altcineva vi-l va sugera pînă nu va fi prea tîrziu).

W. R. G. Baker, mulți ani de zile vicepreședinte al Departamentului de electronică la General Electric, afirma, pe drept cuvînt, că cel înzestrat cu gîndire creativă „...trebuie să-și lărgească necontenit bagajul de cunoștințe prin studiu și observație. Acesta e un lucru extrem de important, constituind stocul de materie primă din care se nasc ideile".

Deocamdată atît despre acumularea neîntreruptă, de zi cu zi, a cunoștințelor. Ce se poate spune cu privire la studiul suplimentar, atunci cînd ești preocupat în mod creativ de un anumit proiect? Trebuie oare ca munca asupra acestui proiect să fie precedată de un studiu temeinic?

J. J. Thomson, descoperitorul electronului era de altă părere. Aflăm aceasta de la fiul său, George Thomson. „J. J." nu era de acord cu ceea ce reprezintă un mod de a proceda din cele mai curente : că atunci cînd ai de rezolvat o problemă nouă trebuie, în prealabil, să consulți serios literatura. El considera că o gîndire independentă va duce la o abordare independentă, originală a problemei. Citește după aceea, spune el, despre ce s-a realizat pînă atunci ; lucrul acesta, făcut prea devreme, poate înăbuși ideile originale.

Cred că este cazul să facem aici o distincție. J. J. Thomson spune că citirea literaturii mai vechi privind domeniul de cercetare respectiv poate înăbuși originalitatea. Un anumit fel de lectură poate totuși să fie indicat. Este cazul unui proiect care necesită cunoștințe legate de un subiect nou pentru noi. Să presu-

punem că trebuie perfecționat un dispozitiv mecanic. El necesită angrenaje. Cunoaștem cu toții trenurile de angrenaje de la pendule, ceasornice de mînă etc. Dar acest angrenaj obișnuit nu este indicat pentru cazul nostru. Apoi, într-un fel oarecare, aflăm pentru prima dată de *angrenajele planetare:* lucruri noi, fascinante, stimulatoare. Ele ne pot rezolva problema. Sînt sigur că Thomson ar fi fost de acord că această „informație fundamentală" este nu numai vitală, ci cu adevărat binefăcătoare pentru procesul de creație respectiv.

O incursiune în lumea sticlei

Vă voi povesti acum o istorioară despre „Jones". Jones terminase în mod strălucit politehnica, cu un an înainte ; de cum a fost angajat, a și reușit să-și dovedească priceperea. A intrat într-o mică întreprindere, sperînd într-o ascensiune rapidă. Nu s-a înșelat. Patronul, foarte ocupat, i-a încredințat un proiect și fondurile necesare, sfătuindu-l să se apuce de lucru. Ceea ce a și făcut. Parte din lucrări erau chiar terminate. Dar cînd patronul se întoarse dintr-o lungă călătorie, găsi proiectul întrerupt. De ce ? Aparatul necesita o suprafață plană de vreo 30×130 cm. Nu, nu perfect plană ; o planeitate mai apropiată de aceea a sticlei optice. Jones contractase sticla la o firmă străină. Stabilise prețul (foarte ridicat), ca și termenul de predare (încă o lună !). Asta îl

făcu pe patron să sară-n tavan. Teoretic, desigur. De fapt, respiră adînc, se controlă și spuse că dacă ar coborî în oraș ar obține piesa dorită într-o oră, cheltuind cam un dolar pe o bucată de sticlă ; și acum voi explica de ce v-am relatat această istorioară.

Conferențiez în colegii și universități și mi se cere adeseori să țin un curs de creativitate. Iau cu mine o bucată de sticlă de vreo 20 cm^2. O fac să circule. Doar unul din zece o identifică în mod corect : placă de cristal. Foarte puțini pot face diferența între un geam de sticlă și o placă de cristal. Aproape nimeni nu știe cum se face o placă de cristal și de ce prețul ei este relativ mare față de cel al geamului. Și totuși fiecare student-inginer a văzut sticlă de tot felul ; în general, sticla este un material extrem de important în multe domenii ale științei și tehnicii.

Regretabil este faptul că în această eră a științei îi încărcăm atît de mult pe elevii și studenții noștri cu studiul teoretic, încît, dacă studentul creativ nu reușește prin propriile sale forțe să dobîndească o pregătire serioasă privitoare la mașini, materiale, procedee și așa mai departe, el ajunge un fel de Jones, care întîrzie finalizarea unui proiect și, în plus, mai cheltuiește o groază de bani în mod inutil. Exagerez, poate ? Nu cred. Ce ați putea face în propriul dv. interes ? Foarte multe. Consultați cataloage ale firmelor ce confecționează aparataj. Răsfoiți *orice* catalog. Citiți dările de seamă și reclamele din revistele tehnice și științifice pentru ca să știți cine ce face.

Nu pierdeți niciodată ocazia de a vizita orice fel de laborator, orice uzină, orice întreprindere constructoare de mașini. Dacă faceți cunoștință cu un mecanic, sculer, matrițer, sudor sau sticlar, împrieteniți-vă cu el și pisați-l cu întrebări.

Să ne întoarcem la placa de cristal. Cum este făcută ? O placă de sticlă cu asperități este fixată în ipsos, pentru a putea fi polizată și lustruită cu ajutorul unor mașini uriașe. Apoi, cînd una din fețe este finisată, suportul de ipsos este îndepărtat cu atenție, placa este întoarsă pe cealaltă parte, fixată și polizată. Asta costă bani. Renumita întreprindere Pilkington din Londra s-a gîndit la o îmbunătățire. Ea a construit mașini uriașe pentru polizarea simultană a *ambelor* fețe. În felul acesta merge mai repede. De asemenea, cele două fețe ies paralele, ceea ce nu se întîmpla în cazul vechiului procedeu. Dar nu s-ar putea găsi un procedeu și mai bun ? Un membru al familiei Pilkington, în timp ce spăla într-o seară vase, acasă la el, observă cum curgea apa împrejurul acestora și atunci o idee îi străfulgeră mintea. Ca urmare, polizarea și lustruirea — după ce pentru perfecționarea lor se cheltuiseră milioane — au fost abandonate. Și cu ce au fost înlocuite ? Cu turnarea continuă a unei benzi de sticlă topită într-un vas lung, umplut cu cositor topit. În final, sticla iese pe fața superioară polizată la cald, iar pe cealaltă față, polizată cu cositor. Ingenios, nu ?

Serendipitatea : un cuvînt ciudat pe care-l întîlniţi uneori în lecturile despre creativitate. A fost născocit de Hugo Walpole şi are la bază o veche poveste ceiloneză : *Cei trei prinţi din Serendip.* Fie din întîmplare, fie printr-o observare atentă, aceştia descopereau mereu lucruri neaşteptate. La fel i se-ntîmplă şi omului de ştiinţă creativ. El este mereu în aşteptarea neaşteptatului şi speră ca acesta să-i iasă în cale cît mai des. Atunci el nu-l neglijează, ci îl întîmpină cu atenţia trează, şi îl cercetează în fel şi chip.

Într-o carte remarcabilă Hans Selye [1] ne previne asupra faptului că adeseori sîntem pînă într-atîta orientaţi spre ceea ce ne aşteptăm şi *dorim* să observăm, încît straniul, neobişnuitul, excepţia, „eroarea", comportarea „nelalocul ei" nu reuşesc să se strecoare uşor în conştiinţa noastră. Şi s-ar putea ca tocmai acel aspect neobişnuit (dacă, cel puţin, n-a trecut neobservat) să fie mult mai important decît cel pe care sîntem în curs să-l urmărim. Selye menţionează un mod expres că omului de ştiinţă îi este necesară erudiţia ; el are nevoie să fi citit şi să fi văzut foarte multe. Dacă memoria lui conţine un bagaj remarcabil, el are şanse mult mai mari de a face legătura între faptul observat pe neaşteptate şi ceea ce ştia dinainte. Astfel, dîndu-şi seama de importanţa

[1] Hans Selye, *De la vis la descoperire*, Editura Medicală, Bucureşti, 1968.

posibilă a faptului nou, îi este deschisă și calea unei descoperiri.

Vă voi povesti acum în ce mod m-a favorizat „serendipitatea" atunci cînd, într-o zi, niște bile mici au început să danseze ; și cum, mai tîrziu, ele pluteau, tocmai cînd doream mai puțin acest lucru.

Observare, curiozitate, descoperire

Într-o zi cercetam în laborator cîmpul magnetic al unei bobine. Nu aveam la îndemînă un miez de fier. Dar aș fi dorit ca bobina să aibă un asemenea miez. Pentru alte experiențe aveam o rezervă de alice (Cum se obțin alicele ? Dacă topiți fier și îl pulverizați cu ajutorul aburului, aveți alice). Am umplut bobina cu alice și am dat drumul curentului alternativ. O parte din alicele așezate sus au început să danseze ! Am observat acest dans. Dintr-un motiv sau altul, unele dintre alice se magnetizaseră. Nimic nu-mi dădea de bănuit atunci că bună parte din cercetările mele din următorii trei ani vor fi legate de această întîmplare ; și nici că astfel vor fi descoperite două noi serii de fenomene pe care le-am denumit „electrosferice" și „magnetosferice" [1] ; ele au stîrnit un viu interes printre ingineri și oamenii de știin-

[1] A. D. Moore, *Electrospheric and Magnetospheric Phenomena*, în „Communications and Electronics", AIEE, noiembrie 1962.

ță. Într-un vas de material plastic, aceste mici bile magnetizate, fiind supuse unui cîmp magnetic alternativ vertical, încep să se învîrtească într-un mod foarte complicat. După ce am considerat că le-am prins destul de bine trucurile, mi-a venit o nouă idee : s-ar comporta ele oare la fel sub apă ? După ce am umplut cu apă vasul respectiv, am turnat cîteva alice crezînd că se vor cufunda. În loc să cadă la fund, majoritatea pluteau, refuzînd să se lase udate ; tensiunea superficială le ținea deasupra. Asta m-a indispus. Totuși am amorsat cîmpul și tocmai acel lucru care mă enervase e cel care a dat naștere cîtorva fenomene deosebit de interesante. Unul din acestea este „covorul magic", o demonstrație dintre cele mai frumoase pe care am văzut-o vreodată. Gîndiți-vă că priviți un mic bazin pătrat cu apă, cu latura cam de 2,5 cm. Pe el plutește un singur strat de bile, cu diametrul cam de 0,025 cm. Cînd se formează cîmpul, bilele se pun în mișcare, organizîndu-se de la sine într-o formație dinamică de unde staționare, asemănătoare unei table de șah. O fotografie instantanee arată că s-au format depresiuni și creste. O creastă urcă spre un maximum, coboară apoi pentru a deveni o depresiune și se ridică apoi din nou, de cincizeci de ori pe secundă. Este un spectacol uluitor. Nimeni nu i-a găsit pînă acum vreo „aplicație," dar nu-mi fac griji din asta.

Unul din diversele efecte care conlucrează pentru a produce aceste unde staționare formate din bile este legat de următoarea pro-

blemă : cînd o bilă magnetizată plutește pe apă, în cîmpul magnetic, cum se va comporta ea ? Își va alinia axa ei magnetică cu aceea a cîmpului, sau se va orienta perpendicular pe acesta, sau nici una nici alta ? Foarte mulți fizicieni au lucrat în domeniul magnetismului și literatura este enormă. Totuși, pe cîte știu, nimeni nu mi-ar fi putut răspunde la această problemă. Răspunsul l-am găsit eu însumi și sînt bucuros de aceasta. Axa se situează orizontal, bila oscilează și emite un tren de unde. Mai trebuie menționate cîteva aspecte cu privire la „covorul magic". Întîi a fost o descoperire accidentală. Desigur, înainte de a scrie o lucrare despre acest fenomen a trebuit să-l înțeleg cel puțin în linii mari. A rezultat că primele mele idei erau complet greșite ; abia după formularea unor ipoteze care s-au dovedit juste a fost posibil să se dea explicația.

Niciodată nu se apreciază destul importanța observației, curiozității și descoperirii accidentale. În cartea sa, Beveridge (vezi capitolul 10) dezvoltă aceste idei într-un mod remarcabil. Faptele arată iar și iar — spune el — că observarea perspicace a neobișnuitului, a neașteptatului, poate conduce la ceva nou ; cu condiția ca curiozitatea și perseverența să fie mereu prezente. El menționează faptul că adesea curiozitatea intensă a copilăriei este urmată de absența curiozității în perioada de maturitate. Oamenii cu spirit creativ sînt și oameni caracterizați printr-un înalt grad de curiozitate. Beveridge dă multe exemple din care rezultă că adesea mari progrese au fost realizate

grație unei descoperiri accidentale. Desigur, nu se poate planifica o existență plină de descoperiri accidentale. Dar experimentatorii sînt permanent expuși greșelilor, neobișnuitului, neașteptatului. Tocmai acel mic efect „care n-are ce căuta aici" te poate face celebru !

Una dintre cele mai des citate maxime privitoare la știință îi aparține lui Pasteur : „În domeniul observației șansa îl favorizează doar pe cel cu mintea pregătită".

Dați-mi voie să încerc să-mi formulez aceste gînduri printr-o „ecuație verbală" : *Observare + Curiozitate + Cercetare + Inspirație = = Descoperire.*

Imaginație — înțelegere — vizualizare

Imaginația copilului, neinhibată de o judecată discriminatoare, poate lua plăsmuirile drept realitate. Cînd copilul *gîndește* că a făcut ceva, el și crede că acel lucru a fost făcut. Cînd ne maturizăm, imaginația este domesticită și foarte adeseori, din păcate, sarcinile ei se limitează la cîteva lucruri simple și ușoare. A continua să mergem pe acest drum înseamnă a renunța la creativitate. Creativitatea este un proces în care e necesară multă imaginație.

Cel ce are spirit creativ își mobilizează totalitatea simțurilor. Să presupunem că-i dăm unei persoane fără spirit creativ o bucată dintr-un material plastic nou. Aceasta își dă seama de culoare (inevitabil). O cîntărește în palmă, găsind-o ușoară (aproape inevitabil). O

strînge, dîndu-şi seama că cedează dar îşi reia din nou forma (ar fi putut să nu facă acest lucru, aşa că, cinste lui !). Apoi el o înapoiază.

O trecem acum în mîna unei persoane cu spirit creativ. Aceasta face tot ce făcuse şi celălalt, dar şi ceva în plus. Îi dă drumul din mînă pentru a vedea dacă sare. Taie o bucată pentru a-i constata tăria. Observă că culoarea rămîne tot timpul neschimbată. Încălzeşte în mînă bucata tăiată ca să vadă dacă nu cumva se înmoaie. O miroase. Ne pune tot felul de întrebări. Cum se numeşte ? Este termoplastică sau termorigidă ? Cine o face ? Este oare organizată producţia ei industrială ? Cît costă ? Va rezista oare la intemperii şi la soare ? Şi pe urmă : „Aş putea să păstrez această mostră ?“ Doi oameni — două comentarii. O mare diferenţă, nu-i aşa ? Cel cu spirit creativ îşi foloseşte simţurile la maximum, informîndu-se din plin. Dacă vreodată sînteţi puşi în situaţia de a angaja pe cineva de la care se cere o înaltă creativitate, daţi-i candidatului o bucată dintr-un material pe care nu-l cunoaşte şi observaţi-i comportarea. Această probă v-ar putea scuti de o greşeală.

Apoi, dacă reveniţi după un an şi-l întrebaţi pe cel cu spirit creativ despre acelaşi material plastic, el vă va spune tot sau aproape tot ce a mai aflat despre el între timp. Descriindu-l, el *îl vizualizează*. Îi vede cu ochii minţii toate aspectele — culoare, formă, mărime — reprezentîndu-şi-l aevea. El îţi va vorbi despre rigiditatea materialului, percepută atunci cînd l-a apăsat, şi imaginaţia îl va face să retrăiască

senzația pe care degetele lui au avut-o în acel moment. Dacă materialul mirosea ușor cam ca fenolul, poate că — în imaginație —, el îi simte și mirosul. Densitatea materialului e mică spune el, și își amintește aevea cum l-a cîntărit în mînă.

Toate acestea sînt valabile pentru persoanele cu un puternic spirit creativ. Forța imaginației lor vizuale este remarcabilă. Dacă cuvîntul „vizual" se referă la ceva văzut sau pe care-ți imaginezi că l-ai văzut, atunci putem spune că acești oameni au într-un înalt grad o imaginație senzorială; în acest sens, termenul „vizualizare" include toate simțurile.

Încă ceva despre vizualizare

Am mai vorbit de Lewis Walkup de la Institutul Memorial Battelle. Într-o lucrare a sa[1], el a pus în lumină rolul vizualizării în cadrul procesului creativ.

Walkup a cerut candidaților să privească douăzeci și șapte de cuburi astfel așezate încît să constituie un singur cub. Apoi li s-a pus întrebarea: dacă cubul cel mare va fi vopsit pe toate fețele, cîte din cuburile mici vor fi vopsite pe zero, una, două sau trei fețe? Răs-

[1] Lewis E. Walkup, *Creativity in Science through Visualization. Perceptual and Motor Skills* (Creativitatea prin vizualizare în știință. Aptitudini perceptuale și motrice), Southern University Press, 1965.

punsurile sînt foarte diferite, după aptitudinile candidaților în ce privește vizualizarea obiectelor. Walkup spune :

Inventatorii cu care am discutat mi-au vorbit despre modul lor vizual de a gîndi, fie că este vorba de mecanisme complexe, fie că își imaginează molecule chimice organice combinîndu-se cu alte molecule. Rezultă astfel că idei care ar putea să fie sesizate scrise negru pe alb pot fi vizualizate înainte de a fi fost așternute pe hîrtie, părțile mai puțin importante fiind schițate doar aproximativ, într-un mod oarecum stenografic. În asemenea cazuri văzul și pipăitul participă într-un mod cu totul specific. Individul respectiv are aproape aceeași senzație ca și cum obiectul ar fi fost vizualizat. El poate chiar să simtă cum obiectele atinse parcă îi apasă mîna sau i-o rod prin frecare ; sau fluxul de căldură de la un punct la altul ; sau oscilația circuitului electric oscilant, sau refracția luminii la trecerea dintr-un mediu în altul ; sau caracterul adecvat al unei structuri, așa de bine proiectată pentru a susține o sarcină maximă, încît fiecare parte a ei este egal solicitată ; sau agitația neîntreruptă a moleculelor unui gaz ; sau chiar transferul de energie de la benzină, prin motor, la roțile motoare ale automobilului. Este ca și cum propriul mecanism cinestezic s-ar asocia cu obiectul fizic și ar putea simți astfel în mod direct tot ce se întîmplă în acest sistem exterior lui. Pentru cei cu vizualizare foarte dezvoltată, acest proces se aplică și altor sisteme decît celor fizice.

Walkup remarcă, în legătură cu inventatorii pe care i-a studiat, că aceştia aveau imaginaţia vizuală dublată de o înaltă competenţă şi erau atît de obişnuiţi cu această stare „încît nici nu-şi dădeau seama dacă este sau nu ceva deosebit". Întrebaţi dacă vizualizarea însoţea invenţia în mod firesc, erau înclinaţi să spună „Desigur. Oare nu-i la fel la toată lumea ?"

Evident, aptitudinea de a vizualiza e diferită de la om la om în formă şi grad. Un matematician poate fi „expert" în vizualizarea simbolurilor, numerelor şi ecuaţiilor, dar slab în ce priveşte mecanismele. Un decorator de interioare ar reuşi de minune în ce priveşte formele şi culorile, dar pus să scadă mintal 37 din 92, l-ar trece, poate, năduşelile.

O problemă căreia pînă acum încă nu i s-a dat răspuns este aceasta : Poate fi dezvoltată capacitatea de vizualizare prin antrenament astfel încît să crească într-o măsură considerabilă ? Sau este vorba de o capacitate limitată genetic, pe care nu o putem depăşi, dar sub care putem decădea prin lipsă de antrenament ? Va trece multă vreme pînă ce cercetarea va putea să ne răspundă la aceste întrebări. Între timp, bunul simţ ne îndrumă să practicăm vizualizarea. Să nu lăsăm să piară aceste capacităţi mintale, aptitudinea de a plăsmui imagini mintale, de a avea, mintal, „senzaţii" de resortul diferitelor simţuri, de a face ca gîndul să pătrundă în interiorul însuşi al lucrului studiat.

„Cînd John Alby Spencer avea cincisprezece ani, el făcea parte din schimbul de noapte al unui mic depozit de cherestea din Northern Maine. Principala lui sarcină era de a întreține, cu lemne, focul într-un vechi cazan cu abur. Combustibilul ardea atît de repede încît, pentru ca presiunea să nu scadă, tînărul Spencer trebuia să fie foarte atent. Avînd spirit de observație, el băgă de seamă că atunci cînd focurile mergeau bine, vechea ușă de curățire se dilata cu un zgomot puternic, iar cînd se răcea, se auzea un pocnet, odată cu revenirea ei la poziția concavă. Toate acestea îi dădură lui Spencer o idee — de fapt *ideea.* El fixă de ușă o bîrnă și așteptă să vadă ce avea să se întîmple. Cînd focul amenința să se stingă, placa ușii își recăpăta forma și „semnala" nevoia de combustibil, făcînd grinda să lovească în podea.

Johnny Spencer și-a purtat în cap ideea, legată de vechea ușă de curățire, timp de optsprezece ani, tot frămîntînd pricipiul fenomenului observat de el și căutînd să-i găsească vreo aplicare practică. În acei ani Spencer și-a însușit serioase cunoștințe de mecanică și după vreo zece ani de experiențe, tot meșterind și studiind, el își concretiză ideea în forma unui mic disc bimetalic, cunoscut sub numele de reglaj Spencer sau termostat" (Citat dintr-o broșură editată de Spencer Termostat Company în 1929).

Nu-i de-a dreptul captivant să vezi cum un tînăr de cincisprezece ani, făcînd o observaţie, continuă cu încăpăţînare cercetările timp de optsprezece ani, reuşind pînă la urmă să-şi realizeze ideea ?

În felul său modest, bimetalul este una dintre cele mai importante şi mai răspîndite invenţii. Într-o formă sau alta, el ne ajută, la noi acasă, să deschidem sau să închidem contacte electrice, să reglăm temperatura camerelor, în frigidere, cuptoare şi fiare electrice. El îşi găseşte întrebuinţare în industrie sub cele mai diverse forme. Dar *folosirea optimă* a bimetalului necesită pricepere tehnică şi spirit inventiv. Să vedem de ce.

Bimetalul este cunoscut încă demult. Dacă luăm două benzi înguste, plate, subţiri, din metale diferite — absolut identice cînd sînt reci — şi le încălzim, ritmul lor de dilatare inegal va face, la un moment dat, ca unul să fie mai lung decît celălalt. Dacă sînt nituite între ele, acest dublet, prin încălzire, se va îndoi. În practică, ele sînt sudate împreună într-o combinaţie unitară. Acesta este bimetalul. Se pune însă o problemă. Întrucît termostatele bimetalice se încălzesc încet, banda bimetalică se îndoaie, la rîndul ei, încet, iar punctele de contact electric se deschid şi ele încet, ca şi în cazul răcirii, respectiv al închiderii contactelor.

În unele aplicaţii însă este necesară o acţionare rapidă. Ţac : deschis. Ţac : închis. Şi aceste mişcări să se repete fără greş de mii şi mii de ori. A fost nevoie de multă ingeniozitate

pentru a inventa după primul mecanism un altul, adăugînd resoarte, pentru ca astfel acea mișcare lentă a benzii bimetalice să fie transformată într-o acțiune rapidă, cu un dispozitiv mai complicat, ce-i drept. Și aici intervine din nou ideea lui Spencer, care combină acțiunea rapidă a unei uși de curățire, cu un bimetal. El a făcut ce nu i-ar fi trecut niciodată prin minte vreunui specialist în termostate : a confecționat o placă bimetalică rotundă, presată cu o mică concavitate, ca o farfurie întinsă. Cînd era încălzită, se încovoia cu o iuțeală extraordinară. Cînd era răcită, își relua brusc forma inițială. Fără arcuri, fără dispozitive. Simplitatea însăși. Spencer a numit acest disc „Klixon". Oferind în cazul contactelor acționări rapide, el și-a găsit totodată o largă întrebuințare în închiderea și deschiderea valvelor de gaz (în aplicațiile închis-deschis). Povestea lui Spencer o vom continua în capitolul 13.

8

Cînd mîinile intră în acțiune

Unii studenți străini care vin să studieze ingineria la noi nu posedă decît foarte modeste cunoștințe de bază chiar despre cele mai obișnuite materiale sau procedee folosite de ingineri. Cunoșteam mai demult această situație, dar am fost de-a dreptul uluit, dînd în clasa mea de unul care, deși avea treizeci de ani, nu făcuse niciodată vreo sudură cît de mică. Felul în care unul sau altul face o sudură depinde de priceperea personală, nu se poate învăța din cărți. Dacă bagajul de cunoștințe al acestui om cu privire la procedeele folosite de inginerii electricieni era atît de slab cum părea să indice exemplul dat, care erau perspectivele ca el să devină un bun inginer și, cu atît mai mult, un inginer cu spirit creator ?

O bună parte din cele ce ne însușim prin *învățare* le obținem prin intermediul mîinilor

și o mare parte din cele ce facem se realizează tot cu ajutorul mîinilor. Se pune în acest caz problema : este oare neapărat necesar ca, undeva în cursul procesului creativ, să aibă loc în mod deliberat o intrare în acțiune a mîinilor ?

Manipularea pare să fie cuvîntul potrivit pentru a desemna tendința de a folosi mîinile în activitatea creativă. Torrence în lucrarea sa *Creativitatea științifică* spune ...„mulți scriitori au menționat cît de importantă este această deprindere în domeniul invențiilor și descoperirilor științifice". Ca experimentator, plăcîndu-mi să construiesc, simt o adevărată plăcere să dau de lucru mîinilor. Țin să vă avertizez că în acest capitol va fi vorba despre una dintre ideile mele preferate.

Proba mîinilor

Vorbeam în introducere despre o încercare făcută cu doisprezece colegi de-ai mei care, pe rînd, dispunînd de cinci obiecte așezate pe o masă, au fost invitați să alcătuiască din ele un model ales din cadrul disciplinei predate de ei. Nici unul n-a cunoscut și n-a bănuit măcar scopul real al încercării.

De fiecare dată, „candidatul" se grăbea să ia în mînă unul sau mai multe dintre obiectele respective și cu aceasta testul lua sfîrșit. Pentru unul încercarea a durat douăzeci și cinci de secunde, pentru altul doar două secunde ;

media era în jurul a zece secunde. Fapt este că toți și-au folosit mîinile. Întinderea mîinilor părea un act automat. Am interpretat faptul în sensul că fiecare dorea să atingă obiectele, să se familiarizeze cu ele, să le manipuleze ; în felul acesta spera să-i vină și ideea așteptată.

După cîte s-ar părea, micul meu „test al mîinilor" arată că ori de cîte ori o persoană va încerca să fie creativă, ea va tinde, în măsura posibilului, să-și pună în acțiune mîinile.

Copiii se caracterizează printr-un înalt grad de creativitate și învață rapid. Ei sînt mari amatori de a apuca, de a manipula, de a scotoci. Se folosesc de mîini în orice împrejurare.

Anatomiștii vă vor spune că, în creier, zona destinată senzațiilor comunicate de mîini și comenzilor date spre execuție mîinilor este foarte întinsă în comparație cu alte zone asemănătoare. Una dintre ipotezele cele mai serioase privind evoluția omului arată că evoluția mîinilor, care au devenit capabile să transporte obiecte și să le manipuleze cu dibăcie, a precedat și a făcut posibilă dezvoltarea acelor părți ale creierului cu care omul gîndește.

Testul lui Duncker cu pendulul

Un test interesant cu privire la mîini este descris într-un articol a lui E. W. Jackson [1].

[1] *Be Creative* (A fi creativ), în „Family Circle", iulie 1965.

„Pătrunzînd în mecanismul procesului de creaţie, te loveşti de un misterios truc mental — îndemînarea de a schimba accentul, de a trece de la un cadru de referinţă la altul. Pentru a pune în evidenţă lucrul acesta, un eminent psiholog german, Karl Duncker (în jurul anului 1930) a cerut cîtorva persoane să alcătuiască un pendul din obiecte obişnuite, printre care un cui şi o sfoară de care atîrna respectiva greutate. Tot ce trebuia să facă aceştia era să fixeze cuiul în perete şi apoi să atîrne sfoara cu greutatea ataşată de ea. Jumătate din cei testaţi n-au reuşit. Nu aveau ciocan. Cealaltă jumătate a izbutit, folosind drept ciocan chiar greutatea pendulului".

În cadrul unui alt experiment, Duncker a dat persoanelor respective o sfoară şi separat o greutate, fără să le spună ce scop avea greutatea. Toţi aceştia, nereţinuţi de idei preconcepute, şi-au dat seama că pot să dea greutăţii o dublă întrebuinţare : ca ciocan şi ca greutate de pendul.

În cea de-a doua încercare este neîndoios că unii au găsit imediat soluţia. Poate că alţii, în dificultate, cîtva timp n-au ştiut ce să facă ; în timpul acesta, cîntărind în mînă greutatea, le-a venit şi ideea de-a bate cuiul cu ea, ceea ce a reprezentat pasul hotărîtor în combinarea pendulului.

Să ne întoarcem la prima încercare şi la cei care n-au reuşit. Oare cei mai mulţi dintre aceştia n-au făcut decît să se uite la obiecte fără să încerce ceva ? Probabil că, necîntărind

greutatea în mînă, le-a lipsit și aprecierea justă a masei ei și astfel s-au lipsit de posibilitatea de a o folosi drept ciocan.

Fixitate funcțională

Testele născocite de Duncker se mai numesc și probleme de fixitate funcțională. Cînd un obiect obișnuit este folosit într-un mod neobișnuit, persoana testată devine creativă, ocolind dificultatea. Pentru cei mai mulți dintre noi, în general vorbind, un ciocan este un ciocan și atît. Dacă el rămîne doar atît și funcția lui de ciocan ne rămîne fixată în minte, ne este imposibil să gîndim o altă întrebuințare a lui.

Sam Glücksberg, care conduce un grup la Universitatea Princeton, a scris un articol interesant[1] cu privire la concluziile lui și ale altora.

Să presupunem că ești supus unui test și că ți se dă să faci un anumit montaj. Primești șuruburi, sîrmă, poate o baterie și un întrerupător, un buzăr și o șurubelniță. Cînd montajul este aproape gata, constați că nu-ți ajunge sîrma. Dacă îți este îngăduit să ocolești fixitatea funcțională, îți vine ideea să folosești șurubelnița drept conductor pentru a completa circuitul. Altfel nu reușești.

S-a constatat că dacă, cu puțin înaintea testului, ai folosit scula doar ca șurubelniță, func-

[1] *Some ways to turn on New Ideas* (Cîteva căi de a ajunge la idei noi), în „Think", martie-aprilie 1968.

ția ei normală se fixează atît de puternic încît nu reușești să întrevezi soluția de mai sus. În plus, poate interveni și efectul de limbaj. Cînd vi se dau instrucțiunile cu privire la test, acestea includ, probabil, o imagine a șurubelniței, care este denumită „șurubelniță", ceea ce vă poate bloca ; dar dacă, în loc de asta i s-ar zice „sculă" sau ar fi denumită cu un termen neutru, mintea ar fi liberă să conceapă folosirea ei și în alte scopuri. Într-un alt test, o cutie de pioneze trebuia să servească drept suport pentru o lumînare. Toți membrii unui grup au rezolvat bine problema cînd cutia era goală. Atunci însă cînd cutia prezentată candidaților era plină cu pioneze, vreo 80% dintre studenții remarcabili ai colegiului nu reușeau să facă din ea un sfeșnic, nici chiar după o strădanie de jumătate de oră.

Problema briceagului

De multe ori, în activitatea mea experimentală a trebuit să aduc o îmbunătățire unui dispozitiv sau să născocesc o anumită tehnică. De mai multe ori am luat în mînă o parte sau întreg dispozitivul propus ; l-am examinat cu atenție ; l-am pus iarăși jos ; l-am sucit și l-am învîrtit ; l-am mai luat o dată în mînă ; apoi am renunțat ; am revenit la el pentru a lua-o iar de la capăt... Multă vreme m-a preocupat o problemă pe care recent am numit-o „problema briceagului". Desigur cunoașteți acest

gen de cuțitaș : lama lui pătrunde în mîner, unde e ținută de un arc ; cînd îl deschizi, același arc fixează lama în poziție deschisă. Imaginați-vă că ați fi un inventator, dar nu din zilele noastre... Vă găsiți într-o perioadă cînd arcul n-a fost încă inventat. Aveți un cuțit. El se strînge. Dar lama trebuie să se frece de ceva pentru a rămîne înăuntru. Cînd trageți lama afară, trebuie să introduceți un știft într-un orificiu pentru a fixa cuțitul în poziție deschisă. Ați vrea să îmbunătățiți acest sistem. Să presupunem că pînă la urmă reușiți și deveniți astfel primul inventator al mecanismului modern cu arc. Desigur, la începutul efortului vostru creator nu vă puteți da seama cum ar putea fi dus la bun sfîrșit. Și totuși începeți. Recurgînd la procedee extreme, vă propun două alternative privind metoda de lucru.

PRIMA ALTERNATIVĂ : Luați cuțitul, îl pipăiți, îl manipulați și așa mai departe.

A DOUA ALTERNATIVĂ : Puneți cuțitul de-o parte, și nu mai aruncați măcar o privire asupra lui.

Pe care o alegeți ? Pentru a fi mai clar : prima alternativă vă va *stimula* creativitatea, sau din contra, o va *inhiba* ?

Pe care o veți alege? Pe amîndouă!

Cu cît citim mai multe despre procedeele oamenilor cu spirit creativ — mai ales cînd ei înșiși încearcă să le descrie — cu atît se concretizează următoarea imagine : fiecare în fe-

lul său și potrivit proiectului la care recurge, mai întîi își pune în acțiune mîinile și abia pe urmă reflectează.

Punerea în acțiune a mîinilor constituie o parte integrantă a fazei preliminare a procesului creativ — faza de lucru, faza efortului lucid. În această fază sînt studiate problema și natura ei ; sînt luate în considerare căile și mijloacele de rezolvare a acesteia ; pot fi efectuate încercări și experiențe ; pot fi adunate și analizate date ; se pot consulta cărți ; experimentatorul poate să proiecteze aparate și chiar să le construiască el însuși. Este vorba de o totală dăruire, o totală angajare. Totodată cercetătorul simte o necesitate inexorabilă de a găsi principiul mult căutat, de a ajunge la strălucita inspirație care i l-ar putea da : este vorba de o tensiune lucidă. Cîtă vreme această activitate se desfășoară în întregime în domeniul conștientului, inspirația nu va veni. Este etapa în care luăm briceagul în mînă, îl manipulăm, îl pipăim, îl privim. Aceasta este prima alternativă.

Apoi însă, după cum au arătat Langmuir, Helmholtz și mulți alții, își face apariția și acea faimoasă „scînteie genială". Cînd anume ? În cele mai neașteptate momente, *atunci, cînd se întîmplă ceva fără legătură cu efortul creativ* ; și, de regulă, *nu* în timpul cînd subiectul este în contact cu situația fizică propriu-zisă. Aceasta corespunde cu momentul cînd pui cuțitul de o parte și ți-l scoți temporar din minte. Este ceea ce am numit „a doua alternativă".

A trecut mult timp de cînd am învățat metoda „îndepărtării de obiect". După cercetarea susținută și conștientă a dispozitivului, a procedeului și a celorlalte activități din laboratorul meu și, aparent, după o oarecare irosire a timpului, mă scol, ies afară. Mă duc în hol după corespondență, sau încalec pe bicicletă și plec să cumpăr cafea. Adeseori ideea căutată îmi vine pe negîndite, cînd nu sînt la lucru.

Pentru a răspunde întrebării cît se poate mai bine, aș spune că prima alternativă poate să stimuleze, dar și să inhibe. Ea stimulează interesul, spiritul de observație și dorința de a soluționa problema. Dar cît timp durează, ea poate inhiba venirea inspirației. După prima alternativă trebuie să vină a doua alternativă, care ar putea să aibă uneori aparența unei renunțări. Dar nu-i așa. Noi punem cuțitul de-o parte, ferit de privirea noastră și de gîndirea lucidă. Ceva mai departe vom analiza mai îndeaproape ce se petrece în această perioadă în care aparent „nu faci nimic" și care se termină cu scăpărarea intuiției, cu inspirația.

Am ales trei oameni dotați cu un puternic spirit creativ, cărora le-am supus „problema mîinilor", prezentîndu-le cele două alternative și dîndu-le ca exemplu „testul briceagului". Care dintre cele două alternative ar trebui folosită : prima sau a doua ? N-am lăsat să se întrevadă posibilitatea folosirii ambelor alternative. Am dat astfel prilejul amorsării discuțiilor de mai jos.

Urmărind aceste discuții veți constata că interlocutorii mei înlătură aproape total prima alternativă, întrebîndu-se dacă „folosirea mîinilor" este de vreo utilitate. Voi comenta acest aspect după ce vă voi prezenta extrase din scrisorile lor.

Ce spune Walkup

Lewis E. Walkup, de la Battelle Memorial Institute, este deținătorul multor patente care îi poartă numele. Succesul cu totul deosebit al procedeului Xerox datorează mult capacității inventive a lui Walkup. El îmi scrie :

Problema mîinilor *enunțată de dv. este... complicată. În această chestiune sînt și nu sînt de acord cu dv. Sînt de acord că toate persoanele înzestrate cu un puternic spirit creativ, cunoscute de mine, s-au familiarizat cu formele și dimensiunile concrete ale obiectelor de care se ocupă, cunosc proprietățile lor intrinseci și nu numai aspectul lor de suprafață. Așadar... aceste persoane nu se înșeală asupra materialelor celor mai potrivite, nu rup șuruburile cînd le montează, știu să facă o justă alegere a elementelor celor mai potrivite ansamblului de construit și ceea ce înjghebează ei este adecvat sarcinii puse. Și totuși — îmi vine destul de greu să-mi exprim ideea — eu unul nu consider că toate acestea fac parte din procesul de creație. Cunosc o serie de tehnicieni*

de laborator, pricepuți în meseria lor, dar care nu sînt deloc creativi. Aș spune că o bună cunoaștere a unor elemente constitutive este o calitate „necesară dar nu suficientă" pentru persoanele cu spirit creativ... Cred că ingredientul secret necesar creativității este abilitatea și înclinația (este vorba de o mișcare, o goană aproape neîntreruptă) a intelectului de a „manipula" mintal elementele și de a explora combinațiile dintre lucruri. Desigur, asta poate duce și la încercarea fizică a unor astfel de combinații (ca urmare a manipulării mintale a elementelor), dar această activitate nu este absolut necesară... Creativitatea este un „joc" al minții, la care iau parte puțini jucători, și ale cărui reguli cer să încerci a imagina noi combinații posibile între materiale și procedee binecunoscute, pe care alții se mulțumesc să le folosească în modul obișnuit, banal. Aș vrea să subliniez înțelesul cuvîntului „joc" în contextul de mai sus ; căci, după părerea mea, atitudinea care constă în „a te juca", în a te amuza, într-un spirit oarecum sportiv, cu construcțiile de idei este extrem de importantă pentru creativitate. Omul a cărui conduită este călăuzită de o seriozitate rigidă nu-și permite nici o deviere de la drumul drept și îngust al gîndirii conservative ; el nu-și poate pierde timpul cu explorarea neobișnuitului și bizarului pe al căror teren zac ascunse acele lucruri care vor fi cîndva acceptate ca obișnuite — desigur, după ce vor fi fost descoperite sau inventate, dar

nicidecum mai înainte. ...Cunoștințele sînt de importanță vitală pentru creativitate. Creativitatea este de fapt o combinare a elementelor cunoscute în aranjamente noi și folositoare; iar procedeul va putea să funcționeze doar cu elemente cunoscute de către persoanele care se străduiesc să creeze.

Părerea lui Teal

Dr. Gordon K. Teal, vicepreședinte al firmei Texas Instruments, este un remarcabil cercetător și inventator. Lucrările sale, printre care cele privitoare la creșterea cristalelor, au constituit contribuții substanțiale la realizarea tranzistorilor. El spune :

Sînt de părere că mîinile au avut un rol neînsemnat în realizarea invențiilor mele. Poate că folosirea mîinilor, împreună cu lucrările experimentale, mi-au dat o siguranță suplimentară cu privire la caracterul practic al unor idei, dar nu consider că mîinile au fost direct implicate în invențiile mele. Poate că la alții lucrurile se petrec în mod deosebit... În cazul meu se pare că invenția este nemijlocit legată de procesul de vizualizare prin care îmi pot reprezenta și imagina concret ce-ar putea să iasă... Mi-e destul de greu să fac o legătură directă între toate acestea și mîinile mele.

Cel de-al treilea interlocutor al meu, *Dr. James M. Lafferty*, este șeful Laboratorului de fizică generală al Companiei General Electric. El face următorul comentariu :

Creativitatea mă preocupă și pe mine, iar p r o b l e m a m î i n i l o r *prezintă, fără îndoială, interes. Cred că în tinerețe activitatea mîinilor e vitală pentru antrenament și te ajută* s ă s i m ț i *lucrurile. Dar cînd ai depășit această vîrstă și posezi deja acest* s i m ț, *este preferabil să-ți folosești timpul cugetînd și făcînd schițe, și să lași altora grija de a construi efectiv ceea ce ai inventat. Cred că modalitatea de lucru este diferită de la om la om.*

Creativitatea presupune viziune, care își are sediul în minte și ar putea fi completată cu schițe sau cu modele fizice. Cel ce vrea să facă o invenție trebuie mai întîi să știe ce anume este necesar să realizeze. El pune la contribuție toată experiența sa anterioară. Cu cît aceasta e mai vastă, cu atît e mai bine. Apoi, reflectînd, el încearcă să-și reprezinte rezultatele la care ar putea să ducă diferitele căi de abordare a problemei și decide care dintre ele este cea mai bună. Ceea ce se întîmplă ulterior depinde de gradul de complexitate al situației. Dacă dispozitivul este destul de simplu, întreaga invenție poate fi construită mintal. Totuși, de obicei inventatorul simte nevoia să facă mici schițe pentru a-și clarifica ideile. După aceea el va construi sau va cere să se

construiască un model pe baza căruia să poată aprecia dacă performanțele concordă cu prevederile lui. Dacă posedă un simț fin al lucrurilor, nu vor mai fi necesare decît mici modificări suplimentare. Dimpotrivă, dacă experiența lui este restrînsă, vor fi indispensabile modificări serioase.

Pentru a dobîndi acest simț intuitiv care-i permite să-și dea seama cum va funcționa dispozitivul, inventatorul trebuie să fie bine familiarizat cu subiectul; el dobîndește aceasta prin studiul atent al unor situații similare din trecut. Acest simț intuitiv se bazează mai degrabă pe o atentă observare, și nu neapărat pe palparea cu vîrful degetelor. Nu este necesar ca autorul să-și construiască singur invenția cu propriile mîini, el trebuie s-o schițeze pe hîrtie și să-și transmită astfel gîndurile cuiva care o poate construi. El va urmări construcția pînă în cele mai mici detalii, va participa activ la încercările și la punerea în funcțiune a invenției sale; această activitate îl va ajuta, la rîndul ei, să acumuleze cunoștințe, să-și îmbogățească experiența și să-și formeze acel simț care, în procesul elaborării unei noi invenții îi va sugera „ce va ieși" din punerea în practică a ideilor lui.

Un bilanț al discuției

Toți acești trei oameni, de o înaltă creativitate, posedă o atît de mare experiență în privința obiectelor fizice, încît nu mai simt nevoia

să lucreze cu mîinile în faza preliminară, conștientă. Ei pot vizualiza perfect un tub electronic, un electrod, o cameră de vid etc.

În afară de aceasta, o bună parte din activitatea lor creativă s-a desfășurat în legătură cu invizibilul. Cum poți să vezi un electron ? Nu este posibil nici acum și nu va fi nici în viitor. Și totuși acești oameni s-au ocupat cu invizibilii electroni, cu invizibilii ioni, cu invizibilele pături monoatomice, cu invizibilele gaze „agățate" de suprafețe sau dizolvate în metale, cu invizibila curgere a curentului electric și cu alte forțe la fel de invizibile. Fără o imaginație activă și o aptitudine deosebită de a-și reprezenta într-un anumit fel elementele nevăzute, ei nu și-ar fi putut duce la bun sfîrșit cercetările.

Oare Niels Bohr a elaborat vestitul model al atomului numai după ce a observat în prealabil electronii vîjîind în jurul nucleului ? Imposibil. El a avut originalitatea mai întîi de a postula ipoteza, apoi de a o vizualiza mintal, iar după aceea, de a o analiza din punct de vedere teoretic pentru a-i verifica valabilitatea.

Să revenim acum la Walkup, Teal, Lafferty, atît de familiarizați cu experiențele încît nu mai aveau nevoie să se folosească de mîini. Să presupunem că mai găsesc pe un al patrulea care ar fi din punct de vedere al creativității egal cu fiecare dintre aceștia. Îl invit la cabana mea canadiană, unde recurg la un fierăstrău cu lanț pentru doborîrea arborilor folosiți ca lemn de foc. Să presupunem că oaspetele n-a folosit niciodată un topor și nici n-a văzut

vreodată unul. L-aș duce la un pin de jumătate de metru grosime din spatele cabanei, i-aș arăta unul din acele toporașe de calibru redus pe care le folosesc cercetașii, și i-aș spune că toporașele de acest fel pot fi utilizate la tăierea copacilor. Apoi i-aș mai spune : „Dacă ești de acord că aceasta este o unealtă potrivită pentru a tăia copacul din fața d-tale, spune-mi-o. Dacă nu, poftim, dă frîu liber creativității d-tale, și descrie o altă unealtă, dar una care să aparțină aceleiași categorii". Credeți oare că după ce a văzut arborele și toporul și a auzit propunerea mea, respectivul se va grăbi să ceară hîrtie și creion pentru a se pune pe treabă ? Nicidecum. El nu posedă nici experiența, nici datele necesare. Pentru a căpăta o oarecare experiență în acest domeniu, el va cere toporașul oferit și va începe să-l mînuiască în diferite feluri. Se înțelege că, după cîteva lovituri, va fi încă departe de a fi răzbit, prin coaja groasă a copacului, pînă la trunchi. Chiar dacă ar izbuti, tăierea ar deveni după aceea și mai grea. Cu experiența căpătată, el va putea să facă o schiță a unei unelte mai adecvate. cu o coadă mai lungă, cu o lamă mai lată și cu un cap mai greu, realizînd astfel un topor mai potrivit scopului propus. Mai tîrziu el va putea să progreseze din punct de vedere creativ, născocind un topor manevrabil cu ambele mîini, astfel încît să se poată doborî cu el un arbore din cîteva lovituri.

Pentru a rezuma deci : chiar un cercetător experimentat, în fața unei probleme pentru care îi lipsește experiența necesară va trebui

să se folosească de un laborator, să se ducă într-o fabrică sau să lucreze în aer liber, după caz, pentru a deprinde, a învăța lucruri noi, direct de la sursă.

Tînărul cu spirit creativ, dar neexperimentat, n-are de ales : el trebuie să-și apropie pînă la familiarizare fiecare element al situației și această obligație nu poate fi evitată nici chiar de beneficiarul unei inteligențe strălucite. Un surogat al experienței nu există. Dacă parțial ea necesită și intervenția mîinilor, acest lucru trebuie făcut fără întîrziere.

Eșecul grecilor

Sîntem îndatorați grecilor și romanilor pentru bună parte din patrimoniul nostru cultural. Pînă într-atît încît, de fapt, avem tendința să supraestimăm contribuția științifică a grecilor și să trecem cu ușurință peste eșecurile lor.

Grecii, în epoca lor de aur, dispuneau de inteligențe strălucite, pe care știau să le valorifice. Ei știau să-și folosească mintea pentru a raționa și a argumenta în discuții. În multe privințe ei s-au dovedit a fi niște profunzi observatori. Omul și mediul său înconjurător le stîrnea curiozitatea. Erau plini de idei. Au adus admirabile contribuții la dezvoltarea științei. În același timp însă, ei au lansat și au perseverat într-o serie de idei absurde care au dăunat acestei dezvoltări. De ce ?

Pentru că nu și-au pus mîinile în acțiune. Erau puțini aceia care se conformau acestui imperativ. Îndeosebi, grecii nu erau experimentatori. Aveau sclavi care le executau lucrările. Existau și oameni liberi care prestau munci manuale, dar aceștia aveau un statut inferior celui al oamenilor de cultură propriu-ziși. Pentru aceste motive și poate pentru altele, filozoful-om de știință grec considera că a face anumite lucruri cu propriile sale mîini este sub demnitatea lui, neconcordînd cu statutul existenței sale.

Această atitudine este foarte bine caracterizată în *Enciclopedia Britanică*, în articolul despre Arhimede : „El nu punea preț pe ingenioasele contribuții din domeniul mecanicii care l-au făcut celebru, considerîndu-le mai prejos de demnitatea științei pure și refuzînd chiar să lase ceva scris despre ele".

Modalitatea folosită de greci pentru fundamentarea adevărului științific se întemeia pe observarea vizuală, stabilirea unor ipoteze, argumentarea lor cu ajutorul „rațiunii" și tragerea unor concluzii. Cu o metodă atît de incompletă, nu-i de mirare că multe concluzii erau de-a dreptul ridicule.

S-ar putea obiecta că erau atît de lipsiți de materiale, de unelte și de mijloace de construire a aparatelor, încît dorința de-a recurge la experiențe ar fi rămas oricum zadarnică. Lucrurile nu stăteau însă așa. Grecii au dovedit o deosebită iscusință în a născoci mașini și dispozitive ingenioase și dispuneau de o tehnologie destul de îngrijită. Acest lucru este

arătat pe larg în cartea lui Robert S. Brumbaugh [1].

De ce atunci omul de știință grec n-a construit și aparate cu care să-și verifice ipotezele ? Pentru că acest lucru nu-l interesa, era considerat ca mai prejos de el ; gînditorul-om de știință grec lăsa realizarea dispozitivelor respective pe seama unor mecanici din straturile de jos ale societății grecești. Și ar fi putut să facă atît de multe ! Aveau doar ceasuri cu apă, cu ajutorul cărora, folosind metoda ecoului, ar fi putut cu ușurință să afle destul de corect viteza sunetului în aer. Aveau și țărmuri stîncoase pentru a verifica dacă o pietricică va cădea sau nu cu viteza de cădere a unui bolovan. Ce aparatură le-ar fi fost necesară ca să stabilească legea pendulului ? O sfoară prevăzută cu o greutate și un ceas cu apă. Nimic mai mult ! Dar fără capacitatea de a pune capăt argutiilor lor preferate și de a trece la *încercări practice,* lucrul acesta nu putea fi realizat. Aveau chihlimbar și magnetită și știau cîte ceva despre ele. Dar a pus oare vreodată un grec să plutească o bucată de magnetită pe o scîndurică pentru ca să descopere cum aceasta mai întîi se rotește, apoi, oprindu-se, arată mereu aceeași direcție ? Nu. Lumea a trebuit să aștepte multă vreme pînă ce acest lucru a fost făcut.

---

[1] *Ancient Greek Gadgets and Machines* (Mașinile și dispozitivele vechilor greci), Thomas Y. Crowell Co., New York, 1966.

9

Metode și principii călăuzitoare

Cu cît știm mai multe despre procesul creator, cu atît este mai sigur că nu există și nu vor exista niciodată reguli precise, exacte, imuabile, care să ne conducă, din treaptă în treaptă, în toate cazurile posibile, de la problemă la descoperire sau invenție. Complexitatea științei moderne face ca între modurile de rezolvare a unei probleme și a alteia să existe mari diferențe. În unul din cazuri, o intuiție remarcabilă poate fi punctul de plecare al întregului proces de creație ; în altul, această intuiție nu poate apărea decît după ce s-a efectuat o bună parte din lucrare ; într-un al treilea caz, creativitatea depinde de o observație accidentală, imprevizibilă. Apoi, dacă ținem seamă de deosebirile dintre indivizi — unii cu spirit strict teoretic, alții cu talent ex-

perimental — se constituie o altă categorie de variații. În afară de aceasta, unii, atacînd o problemă, sînt perfect familiarizați cu domeniul respectiv ; alții, chiar nefamiliarizați, prin prospețimea manierei lor de a aborda problemele pot aduce tocmai acel factor mult căutat : apariția intuiției necesare.

Doi oameni profund diferiți

Un funcționar al unui serviciu de brevete elvețian lucra în timpul său liber cu creionul, hîrtia și, bineînțeles, cu creierul. El nu era un om de știință profesionist. În 1905 însă, el a publicat *teoria relativității restrînse*. Numele lui era *Albert Einstein*.

Iată și un alt fapt, desigur fără nici o legătură cu precedentul : cu cîțiva ani mai tîrziu, *W. D. Coolidge* a reușit să realizeze pentru prima dată în laboratoarele Companiei General Electric, tungstenul ductil. El nu era metalurgist de profesie, ci chimist și lucra într-un laborator și nu într-un birou, ca Einstein. El a ajuns la metoda lui pe o cale pur practică, fără să se fi bizuit pe vreo teorie.

După succesul lui Coolidge, metalurgiștii au întreprins ample cercetări care au dus apoi la elaborarea unor principii detaliate privind creșterea granulelor metalice și, în final, la posibilitatea de prelucrare a tuturor metalelor.

Iată două realizări științifice (desigur, nu de aceeași importanță) provenind de la doi

oameni foarte diferiți. Unul, sprijinindu-se pe imaginație și pe o profundă înțelegere a lucrurilor, a lucrat pe cale teoretică. Celălalt, lucrînd în laborator, și-a atins obiectivul practic și astfel, pe neașteptate, a croit drum unor remarcabile progrese în metalurgie.

Este absolut sigur că nu va exista vreodată un ghid al creativității astfel alcătuit și indexat încît să-l putem deschide la un anume capitol pentru a ști ce avem de făcut sau de gîndit în etapa următoare. Există totuși anumite metode și principii călăuzitoare cu caracter general ce se pot aplica în multe, sau poate chiar în majoritatea problemelor legate de creativitate.

Porniți întotdeauna din punctul în care vă aflați

Să presupunem că aveți bani de benzină pentru o zi de drum. Dacă, aflîndu-vă în Texas, trebuie să ajungeți la Boston, v-ați putea spune : „De la New York — dacă m-aș afla acolo — lucrul ar fi posibil". În același fel, la vîrsta de șaptesprezece ani, dorind să proiectați cel mai bun satelit din lume, ați putea spune : „Dacă aș avea măcar două titluri academice și vreo zece ani de experiență, aș putea reuși". Primul „dacă", legat de drumul New York-Boston, este mai degrabă o iluzie. Celălalt „dacă", legat de satelit, nu e neapărat o astfel de iluzie. Pe de o parte, el

arată că vă daţi seama de primejdie : la şaptesprezece ani, fără cunoştinţe, experienţă şi discernămînt ştiinţific, aţi putea proiecta cel mai prost satelit din lume. Dar, pe de altă parte, dacă vă mînă ambiţia de a reuşi, veţi citi tot ce e cu putinţă în acest domeniu, pornind de la stadiul actual, veţi lucra în mod stăruitor ca să obţineţi pregătirea necesară şi, în acest fel veţi ajunge cu adevărat să-l proiectaţi pe cel mai bun.

O modalitate de pornire de la punctul în care vă aflaţi constă, de pildă, în a vă duce la cea mai apropiată staţie de benzină. Priviţi tot ce se află acolo. Găsiţi ceva ce credeţi că ar putea fi îmbunătăţit sau înlocuit (cu ceva mai bun). Sînt acolo scule de mînă, scule speciale, sisteme de ungere, macarale, pompe, dispozitive de şters parbrizele, tot soiul de rafturi de prezentare a pieselor spre vînzare, contoarul automat, sistemul de înregistrare automată şi multe altele. Ce-i drept, sînt cam numeroşi aceia care de mult se află pe drumul perfecţionării acestor dispozitive şi sisteme. Asta însă nu trebuie să vă descurajeze. S-ar putea totuşi să vă vină o idee bună şi, astfel pornind de la nivelul la care vă aflaţi, şi adăugînd ceva cunoştinţe noi, s-ar putea s-o realizaţi. Şansele vă sînt potrivnice — ei, şi ? Din urmărirea unei idei care pînă la urmă nu se realizează, poţi învăţa totuşi o mulţime de lucruri despre ambalaj sau transport, despre industria bunurilor de larg consum sau despre acele limite umane care cer ca un dispozitiv să fie astfel făcut încît să poată

fi mînuit cu ușurință de oricine. Mulți oameni cu spirit creativ au găsit „opera vieții lor", tocmai interesîndu-se de astfel de probleme, aprofundîndu-le, pasionîndu-se pentru ele și devenind pînă la urmă experți în problema respectivă.

În mod inerent, creativitatea tinde să ne mîne spre lucruri pe care nu sîntem pregătiți să le facem. Încercarea de a crea constă în tentativa de a da ființă unui lucru necunoscut pînă la momentul dat. Unui grup de cercetare de mîna întîi i se fixează un anumit obiectiv. Desigur că și acest grup va trebui să pornească de la situația existentă. Într-un caz mai complicat, pentru înfăptuirea obiectivului ar putea să fie necesară o documentare prealabilă pentru a se ști dacă nu cumva ceea ce se caută a fost deja realizat de alții, sau a se obține astfel date suplimentare valoroase. S-ar putea să trebuie comandat, montat și folosit cu competență un echipament scump. Să trebuie asimilată o mare cantitate de cunoștințe noi. Să trebuie inițiate o serie de investigații în anumite direcții promițătoare. Cînd conducătorul grupului a preluat proiectul respectiv, era oare grupul întru totul pregătit? Nici vorbă de așa ceva. Pregătirea era abia la începutul ei.

Cînd Samuel Morse a auzit, în acea călătorie pe ocean, că electricitatea se propagă cu o viteză enormă, el n-a mai zăbovit. A început de îndată să lucreze la inventarea telegrafului. În privința electricității și magnetismului era ignorant, într-o măsură de care nici nu-și dădea seama — ceea ce constituia, firește, o serioasă

dificultate. Şi totuşi el a pornit. I-au trebuit ani de eforturi susţinute, dar în cele din urmă şi-a atins ţinta, nu-i aşa ?

Metoda ştiinţifică

Metoda ştiinţifică se bucură de un mare prestigiu, date fiind progresele obţinute pînă acum, ca şi cele ce se vor mai obţine, în continuare, mulţumită ei. Unii profesori sînt înclinaţi să-i exagereze importanţa. Atenţie ! Dacă sînt lipsiţi de spirit creativ (ceea ce nu-i exclus) ei ar putea, prin această exagerare, să vă împingă spre o metodă care *ar putea* să se dovedească cu totul ineficientă. Aceasta nu înseamnă că trebuie s-o evitaţi în orice condiţii. Vă veţi folosi de ea, ba chiar va trebui s-o folosiţi în anumite momente şi s-o abandonaţi total în altele. Este vorba despre metoda logică, metoda gîndirii raţionale. Vă voi prezenta versiunea lui Walkup, cu privire la această problemă, extrasă din lucrarea sa, *Creativitatea individuală în cercetare*. Nu este o lectură uşoară. Pentru a fi bine înţeleasă, ea trebuie recitită de cîteva ori :

1. Se defineşte problema a cărei soluţie trebuie găsită.

2. Se emite o ipoteză, care oferă o soluţie posibilă.

3. Conform ipotezei se formulează previziuni privitoare la fapte din natură, în aria de cuprindere a problemei respective.

4. Se colectează date semnificative în aria de cuprindere a previziunilor formulate.

5. Datele sînt folosite pentru „verificarea" sau „dovedirea" justeței previziunilor și, implicit, pentru verificarea ipotezei.

6. Se trag concluzii cu privire la validitatea ipotezei, precum și la utilitatea ei pentru soluționarea problemei și pentru extinderea cunoștințelor noastre asupra naturii.

Metoda științifică va fi acum aplicată într-un caz particular.

Găuri în stîlpi

Începînd cu anul 1856, telegraful lui Morse a căpătat o largă răspîndire. În jurul anului 1878 a apărut și telefonul lui Bell. Drept urmare, au devenit necesari, în cantitate enormă, stîlpi de telegraf și telefon, stîlpi de lemn cojiți și uscați. S-a ivit însă o problemă. Din loc în loc, mai ales în vecinătatea vîrfului stîlpilor, apăreau *găuri* largi cam de $2^1/_2$ cm și adînci cam de două ori pe atît. Care era cauza găurilor? Pînă la urmă, ea a fost, desigur, descoperită. Să încercăm însă să folosim în acest scop metoda științifică, așa cum o prezintă Walkup.

Problema: cine produce găurile — a fost definită (punctul 1). Unui om i se dă sarcina de a o studia. El are nevoie de ipoteze; lui i se par posibile trei (punctul 2): găurile sînt

Alexander Graham Bell, inventatorul telefonului, cu un băiat surdo-mut

făcute de o insectă ; ele sînt urmarea unei putreziri ; sînt mici cavităţi ascunse, existente încă dinainte şi lărgite apoi de intemperii.

Sînt cercetate apoi fenomene naturale legate de problema studiată (punctul 3). Se colectează date (punctul 4) în legătură cu insectele care atacă lemnul, cu putrezirea lemnului şi cu formarea cavităţilor interne în timpul creşterii arborilor.

Cercetătorul stabileşte că : nici o insectă nu face astfel de găuri ; putrezirea nu e posibilă ; arborii nu cresc cu astfel de găuri.

Metoda ştiinţifică ne-a adus într-un punct mort. Ea a fost necesară pentru a se elimina cele trei ipoteze, deşi în rezolvarea problemei a fost ineficientă. Cercetătorii trebuie să pornească din nou, de astă dată pe un alt drum.

Cine face găurile şi de ce?

Deodată cuiva i-a venit o idee năstruşnică : ciocănitoarea ! Iată *o nouă ipoteză* (punctul 2). Se face o previziune în legătură cu fapte din natură (punctul 3) şi ea rezistă : da, ciocănitoarele *pot* face astfel de găuri.

Să presupunem însă că cercetătorul ştie ceva despre ciocănitoare, dar nu totul. El continuă să se folosească de metoda ştiinţifică. El strînge date (punctul 4) dar nu de pe teren, ci din ce ştie, sau crede că ştie. Astfel el ştie că cele mai multe dintre găuri sînt prea înguste pentru un cuib de ciocănitoare. El ştie că

stîlpii trataţi nu conţin acele larve de dragul cărora păsările găuresc lemnul. Şi *crede a şti* că facerea găurilor este o treabă prea grea pentru o ciocănitoare. Aşa că (punctul 5) foloseşte datele strînse pentru a verifica această ipoteză. Şi cu ce rezultat ? El foloseşte de astă dată metoda ştiinţifică pentru a dărîma ipoteza corectă. În acest caz nu trebuie blamată metoda, trebuie blamat el.

Vin, după aceea, alţii, care sînt gata să recunoască faptul că *nu ştiu totul* despre ciocănitoare. Ei merg pe teren (punctul 4) şi le *văd* pe ciocănitoare făcînd cu entuziasm acele găuri „inutile".

În orice caz să reţinem următoarele : metoda ştiinţifică, în mîinile acestui din urmă cercetător, devine eficientă doar după ce inspiraţia justă şi-a făcut apariţia şi după ce au fost făcute observaţii adecvate. Să reţinem şi următoarea întrebare : ce anume l-a determinat pe celălalt cercetător să susţină că acele găuri constituie o treabă prea grea pentru ciocănitoare ? A fost el cîndva ciocănitoare ?

Foarte bine, problema a fost rezolvată. Ciocănitoarele sînt cele ce fac găurile. Apar însă două noi probleme. Prima : se poate găsi o metodă practică, ieftină pentru a împiedica ciocănitoarele să distrugă stîlpii ? Şi apoi, pentru biologul curios : de ce face oare ciocănitoarea aceste găuri ? Poate ca să se amuze. După cum e adevărat şi faptul că multe păsări scot ţipete pentru a ţine la distanţă pe cei ce ar vrea să le încalce „teritoriul". Poate că

ciocănitoarea își alege stîlpul cel mai răsunător, pentru a-l ciocăni, tocmai ca să lanseze acest avertisment. (Aveam cîndva pe lîngă casă o ciocănitoare care, în fiecare zi, ciocănea streșinile noastre, făcînd o larmă teribilă.)

Metoda științifică este de covîrșitoare importanță și trebuie folosită iar și iar în procesul de creație. Dar nu ea este aceea care stimulează intuiția. Cînd este folosită cu informații insuficiente sau cu o insuficientă modestie, ea poate chiar să împiedice așteptata inspirație sau să elimine o ipoteză care s-ar putea dovedi corectă pînă la urmă.

Sînteți gata să vă asumați riscul?

Asta ar însemna : sînteți gata să recunoașteți uneori că v-ați înșelat ? Dacă da, vă puteți alătura Clubului Creativității. Cel care vrea totdeauna să aibă dreptate nu va deveni creativ niciodată. De cîte ori va comite o greșeală, îi va fi rușine. Omul creativ face o greșeală și spune : „E în regulă. Nu e prima dată cînd greșesc. De multe ori am dat crezare anumitor inspirații din care n-a ieșit nimic ; ei și ? Cine rîde la urmă, rîde mai bine. În jocul acesta nu poți să ai întotdeauna dreptate !“

Necesitatea de a-ți asuma riscul : mulți scriitori scriu despre asta. Unui prieten al meu, responsabilul unui colectiv de cercetare, i s-a pus la dispoziție un milion de dolari pentru

continuarea unor cercetări de interes guvernamental într-un anumit domeniu. Înseamnă oare că o asemenea investiție elimină riscul și că ea asigură anticipat, la epuizarea acelui milion, obținerea descoperirilor și îmbunătățirilor scontate ? Nicidecum. Există speranța și competența, energia și efortul. Dar nimeni nu ar putea *garanta* rezultatul unei cercetări întreprinse. Este unul din aspectele acceptării riscului ; cînd mizezi, trebuie să fii pregătit nu numai să cîștigi, ci, eventual, să și pierzi.

Aceasta înseamnă însă uneori, că trebuie să prinzi șansa pe care ți-o oferă o inspirație. Intuiția îți spune că ai putea să atingi obiectivul creativ urmînd o anumită direcție de abordare. Intuiția are o importanță enormă, adesea tocmai ea ne sugerează cea mai potrivită cale pentru găsirea soluției, mai ales atunci cînd rațiunea parcă ar spune : „Lucrurile stau prost, nu prea sînt speranțe...". Dar desigur că și intuiția se poate înșela și nu există nici o metodă de a se prevedea eșecul pînă nu ai înaintat măcar pînă la un punct pe această cale.

Una din calitățile esențiale ale individului creativ constă în acceptarea de bunăvoie a riscului și a posibilei greșeli. O largă receptivitate, însoțită de dorința de a sonda toate direcțiile, de a verifica chiar și opiniile deja acceptate — trebuie să intre în componența lanțului de factori care vor aduce eventual succesul.

Dr. M. H. Albert a scris în revista „Research and Development" (Cercetare și dezvoltare) un scurt articol, *Despre importanța greșelilor* [1] în care spune :

Ceea ce îi deosebește pe cei ce lucrează în domeniul cercetării și dezvoltării de cei din alte domenii de activitate este faptul că cercetătorii trebuie să facă greșeli. Cei mai mulți dintre noi, începînd de la vîrsta de șase ani, sîntem pătrunși de ideea de a face lucrurile corect și acest mod de comportare continuă de-a lungul întregii noastre cariere. Într-adevăr, întreaga alcătuire a societății noastre este străbătută de repulsia față de greșeli... Aversiunea față de eroare este logică, plină de înțeles și de dorit în toate manifestările vieții. Nu dorim neghiobia și nu avem nevoie de ea. Dar eroarea este o parte esențială a procesului creator! *Nu poți fi cu adevărat original sau creativ fără să faci greșeli... Nu susțin că trebuie scuzate neglijența, indolența sau prostia, dar afirm că erorile ar trebui înțelese ca fiind o parte esențială a procesului de cercetare și dezvoltare, și că cercetătorul trebuie apreciat după rezultatul final și nu după cîte eprubete a spart pe parcurs.*

Omul care pretinde să aibă totdeauna dreptate nu va crea niciodată nimic !

---

[1] „Research and Development", aprilie 1967.

Metoda „pune mîna și încearcă"

În minunata carte a lui Mitchell Wilson *Știința și invențiile în America*[1] se relatează cum a reușit Goodyear să facă utilizabil cauciucul natural, adică, după cum se numește acest procedeu astăzi, să-l vulcanizeze. În metoda „pune mîna și încearcă" pornești și cauți orice pare să-ți dea anumite speranțe ; sau chiar încerci la întîmplare. Goodyear a folosit și el o astfel de metodă. A încercat tot ce-i stătea la îndemînă, orbește. Necunoscînd chimia organică, ce altceva avea de făcut ? El s-a tot poticnit, dar a încercat, pînă la urmă, drept aditiv, sulful și astfel vulcanizarea cauciucului a devenit o realitate.

Fotografia a luat ființă în chinuri și dureri într-o vreme cînd aproape tot ceea ce inventatorii ei ar fi trebuit să știe era încă necunoscut. Ar merita să fie citită de toți cartea lui Beaumont Newhall *Imaginea latentă*[2], care descrie felul cum au descoperit Daguerre, Talbot și ceilalți fotografia. Oameni perseverenți, luptînd cu multe piedici și folosind și ei metoda încercărilor, au izbutit să dea naștere, după multă trudă, ce-i drept, unei noi arte. Dar aceasta era singura metodă de care dispuneau ! Și ea a dat rezultate.

---

[1] *American Science and Invention*, Bonanza Books, New York, 1960.

[2] *Latent Image*, Doubleday and Co., Inc., New York, 1967.

Datorită progreselor făcute de atunci în știință, bună parte din practica încercărilor la întîmplare nu mai este necesară. Cunoștințele plus metoda științifică ne spun uneori să încercăm cu acizi și nu cu baze ; sau să încercăm să folosim în cadrul unui anumit procedeu presiuni înalte și așa mai departe. Reușita poate veni astfel mai degrabă dintr-o largă clasificare a materialelor și procedeelor și nu altcum. Așadar, adeseori pot fi stabilite linii călăuzitoare. Dar aceasta în măsura în care ne pot fi de folos cunoștințele și metoda științifică. Dincolo de această limită, metoda încercărilor își poate păstra, într-o formă oarecare, un rol precumpănitor.

Gîndire convergentă și gîndire divergentă

Aceste noțiuni preocupă mult pe unii studenți care se ocupă de creativitate. Ca să ne referim la cazurile extreme, un gînditor convergent va căuta să se apropie mereu de obiectul său, pe cînd unul divergent va urmări să-și atingă ținta prin căutări în toate direcțiile. Este unul din modurile de a-i defini. Să continuăm.

Adolescenții despre care s-a vorbit în capitolul 3 își găsesc locul și aici. Studenții cu un coeficient mare de inteligență erau *convergenți*, dînd preferință ocupațiilor obișnuite, scriind teme obișnuite și așa mai departe ; studenții creativi erau *divergenți*, alegînd o largă varietate de ocupații (unele cam „trăznite") și dînd

dovadă de multă imaginație în compozițiile lor sugerate de un tablou.

O altă deosebire : tendința, mai mult sau mai puțin conservativă, spre metoda științifică îi indică pe convergenți ; starea de spirit favorabilă încercărilor, pe divergenți. Încă ceva : un om de știință cu anumite convingeri și concepții „bine stabilite" este convergent atunci cînd își orientează cercetarea în direcția descoperirii a ceva nou *în cadrul aceleiași structuri ;* el caută să găsească, pe cît posibil, o dovadă suplimentară privind soliditatea acelei structuri. Un om de știință e divergent atunci cînd pune la îndoială pînă și principiile fundamentale și încearcă să depășească acea structură însăși.

Este normal să presupunem că fiecare dintre noi facem parte dintr-o categorie sau alta. Sau, referindu-ne la cazurile extreme, să ne gîndim la studentul (convergent) plin de cunoștințe, dar care nu creează, și la opusul lui, inventatorul (divergent) care nu-i tobă de carte, dar dorește cu înflăcărare să ofere lumii ceva nou. Desigur că am procedat prin simplificări de-a dreptul riscante. Sînt unii care apreciază că ambele moduri de gîndire sînt necesare unuia și aceluiași om, în momente și stadii diferite ale procesului de creație. Luați cazul lui E. O. Lawrence și al ciclotronului. El a fost, probabil, divergent atunci cînd a elaborat concepția ciclotronului. După ce s-a fixat însă asupra ei, el a procedat în mod convergent : luînd în considerare posibilitățile, fo-

losind materiale disponibile, executînd cu mare atenţie lucrările şi obţinînd pînă la urmă un dispozitiv care a funcţionat.

Simplitate sau complexitate

O linie călăuzitoare de cea mai mare importanţă în munca de creaţie este aceea de a prefera o gîndire simplă uneia complicate. Acelaşi lucru este valabil şi în ce priveşte obiectele fizice : preferaţi-le pe cele simple. Automobilul modern este o magnifică monstruozitate. Acţionat printr-un motor cu ardere internă, el a fost îmbunătăţit prin contribuţia unei armate de oameni, devenind o realizare cu adevărat admirabilă. Este economic, durabil şi destul de elastic în ce priveşte performanţele. Cu toate acestea sutele lui de piese constituie un regretabil compromis, din două puncte de vedere.

În benzină este înmagazinată o anumită cantitate de energie şi motorul merge cu benzină. Mulţi oameni îşi dau seama că dacă energia necesară ar putea fi înmagazinată într-un nou tip de baterie, automobilul electric ar atinge o simplitate incomparabilă cu aceea a actualelor noastre maşini. Acea baterie ar trebui să fie destul de uşoară, destul de ieftină şi destul de durabilă ; ea ar trebui să ne poată purta prin regiuni deluroase pe o distanţă de vreo 300 km, cu o singură încărcare. (Desigur pila de combustie în locul bateriei ar putea oferi soluţia.)

Să presupunem că i-am putea reînvia pe Michael Faraday și Benjamin Franklin în deplinătatea forțelor lor și că le-am cere să analizeze tehnologia modernă și istoria dezvoltării automobilului și să ne comunice apoi impresiile lor. S-ar putea să ne răspundă cam așa : „Domnilor, vederea unui Cadillac ne-a umplut de uimire și admirație. Este o mașină minunată, dar ne surprinde cît e de complicată. Complexitatea, ca atare, nu este adecvată scopului. Ea este tolerată ca un compromis temporar pînă ce, grație unei mai mari ingeniozități, va fi înlocuită cu o soluție mai simplă. Poate că automobilul electric, mai simplu, va deveni o realitate, poate că nu. Răspunsul îl va da timpul. Admirăm interesul vostru *actual* pentru automobilul electric. Dar, spuneți-ne, vă rugăm, de ce v-ați apucat să-l cercetați cu atîta întîrziere ? Nu v-ați angajat oare pe făgașul perfecționării unei soluții complicate ?"

Referindu-mă la autoritatea celor doi ilustri savanți, o fac cu un motiv temeinic. În întreaga istorie a științei, cei care s-au ridicat deasupra tuturor celorlalți în ce privește geniul de a concepe și a efectua experiențe simple menite să confirme sau să infirme o idee, au fost Faraday și Franklin.

De nenumărate ori, roadele ingeniozității omenești s-au concretizat în dispozitive, ce-i drept, funcționale, dar complicate ; mai tîrziu, cînd s-a ajuns la un nivel superior de ingeniozitate, ele au fost îmbunătățite prin simplificare. Desigur, asta nu constituie o regulă in-

variabilă. Dar se pare că așa stau lucrurile : cînd ne gîndim pentru prima dată la un procedeu sau un lucru nou, avem tendința de a alege cu precădere drumul mai dificil.

Prima cale ferată engleză folosea un sistem foarte complicat și scump de fixare al șinelor pe blocuri de granit. A apărut însă americanul Robert Stevens, care a inventat șina în T, eclisa de îmbinare și crampoanele, precum și traversa de lemn purtătoare așezată pe un terasament de pietriș. Mult mai simplu, mult mai ieftin, mult mai bun — sistem care a fost adoptat în lumea întreagă într-un singur deceniu.

Un principiu călăuzitor valabil pentru toate problemele este de a încerca să simplifici și nu să complici lucrurile.

Inversarea unei idei

O cale de acces spre fațeta ignorată a unei probleme rezultă din inversarea unei idei : răstoarnă o idee cu susul în jos și vezi ce se întîmplă. Pe această cale pot fi adeseori reduse (dar nu complet eliminate) efectele nedorite care se manifestă la un dispozitiv. Ne supără marea lor influență asupra rezistenței, randamentului etc. Un astfel de exemplu ni-l oferă frecarea. Inconvenientul : poate că frecarea din lagăre va absorbi o mare parte din energia produsă de un motor electric. Transformați acest inconvenient în contrariul său : puneți-vă

în gînd *să încercaţi* de a folosi într-un mod oarecare această energie.

Imaginaţi-vă că trebuie să realizaţi un dispozitiv experimental care necesită un arbore ; că trebuie să lipiţi pe arbore o parte plată ca să fixaţi pe ea un şurub de reglaj. Doriţi să fixaţi bine arborele în fălcile netede ale unei menghine. Dar vă temeţi : poate că prin aceasta arborele se va aplatiza — i se va lua rotunjimea. Sau inversînd : gîndiţi-vă să efectuaţi aplatizarea tocmai pe această cale ! Încercaţi şi vedeţi.

Să ne reamintim încă o dată de Speed şi de acel ţiţei prea gros care nu putea fi pompat. Toţi ne gîndim la ţiţei ca la un lubrifiant pentru alte corpuri. Dar problema lui Speed era să lubrifieze însuşi ţiţeiul — şi el a făcut asta cu ajutorul unei pături subţiri de apă. Era o frumoasă problemă de inversare.

Adeseori, aflîndu-ne în faţa unei frămîntări nejustificate sau fără ieşire, ideea potrivită ne vine în ajutor, inversînd modul de a gîndi.

Cleştele de îndoit sîrma

Ca student în anul întîi, în 1911, la Institutul Tehnologic Carnegie, eram obligat să urmez un curs practic de bobinaj electric. Odată cu toate sculele am primit nişte cleşti cu articulaţia extrem de rigidă. Erau o adevărată pacoste. Dar mi-a venit o idee. M-am dus la şeful cursului — un excelent mecanic — că-

ruia i-am spus că sper să-i fac să funcționeze cleștii mai ușor, ungîndu-i articulația cu praf de carborund și ulei. Șeful a fost însă de-a dreptul îngrozit. Mi-a ținut o lecție severă, explicîndu-mi că praful și pilitura de orice fel trebuie îndepărtată din lagăre și din articulațiile cleștilor. Am plecat, dar nu m-am dat bătut. Am făcut încercarea. Dintr-o sculă nefolositoare a ieșit una foarte bună. Șeful aplica principiul conform căruia nu pui carborund într-un lagăr decît dacă apoi îl îndepărtezi total. Îmi dau acum seama, după toți acești ani, că, în cazul respectiv, inversasem regula.

Doi băieți și problema tablei de șah

Anul trecut, doi băieți, ambii cam de unsprezece ani, au venit la cabana noastră canadiană pentru o scurtă vizită. Mi-am amintit de o problemă dificilă din copilăria mea, am scos tabla de șah și le-am dat-o spre rezolvare.

Primești opt puluri. Tabla are opt șiruri și opt coloane. Problema e : să plasezi astfel pulurile ca să nu fie două în același șir sau coloană ; să nu fie două pe nici o diagonală ; să nu fie trei plasate în linie dreaptă. Mereu ai impresia că ai reușit dar constați că ai încălcat condiția treia. Wayne și Jimmy s-au pus pe treabă. Cei doi erau total diferiți. Metodele lor, din punct de vedere tehnic, erau asemănătoare : foloseau amîndoi metoda încercărilor. Dar comportamentele lor erau diferite. Wayne era serios ; Jimmy, impulsiv și spon-

tan. Cînd Wayne era pe punctul să rezolve problema, Jimmy intervenea și strica totul.

Wayne proceda în mod creativ. După cîteva minute se familiarizase cu problema și încerca să anticipeze efectul unei mișcări. Cînd era vorba de a încerca o soluție nu stătea mult pe gînduri și, constatînd greșeala, nu ezita să o ia de la început. Cu toate că Jimmy a reprezentat pentru el, tot timpul, o dificultate suplimentară, pînă la urmă el a găsit soluția.

Această dificilă problemă este potrivită scopului nostru, ea putînd fi rezolvată fie prin metoda încercărilor plus un oarecare discernămînt, fie prin metoda științifică. Copil fiind, am folosit pentru ea metoda științifică, cu mulți ani înainte de a fi auzit de o astfel de metodă. Am pus toate pulurile pe rîndul de jos și am lăsat pe loc ultimul din stînga. Am înaintat pe coloană cu cel vecin, astfel încît să nu calc vreuna din reguli. La fel pentru următorul și așa mai departe. Dacă drumul pe care o luasem nu era cel bun, știam că la reluare ar trebui ca primul să fie mai avansat cu un pătrățel și așa mai departe. Am găsit că existau două soluții posibile. (Pot să apară mai multe, dar printr-o rotație simplă sau dublă ele se reduc doar la două.)

Această problemă ilustrează cum un obiectiv de cercetare poate fi atins fie pe calea încercărilor, fie printr-o inexorabilă și trudnică logică. Uneori încercări bine direcționate, dublate de discernămînt, pot duce direct spre o soluție mai rapidă decît acea obținută prin istovitoarea metodă logică.

10

Etapele procesului de creație

Pentru descrierea și denumirea etapelor procesului de creație îi vom da din nou cuvîntul lui Walkup. Trebuie menționat că el se inspiră dintr-o carte cu totul remarcabilă, publicată pentru prima dată în 1950 de către W.I.B. Beveridge [1], un cercetător al patologiei animale. Dacă o persoană pasionată de cercetare și descoperiri ar fi victima unui naufragiu și n-ar avea decît o singură carte de citit, aceasta n-ar trebui să fie cartea mea sau o alta din cele pe care le cunosc, ci cartea lui Beveridge. În această carte se pot găsi, strînse laolaltă, multe păreri exprimate de Ehrlich, Pavlov, Helm-

[1] W.I.B. Beveridge, *Arta cercetării științifice*, Editura Științifică, București, 1967.

holtz, Pasteur, Kelvin și alții. Mai devreme sau mai tîrziu, căutați s-o citiți.

De la apariția cărții lui Beveridge se publică mereu mai multă literatură despre creativitate.

Etape

În lucrarea sa *Creativitatea în știință prin vizualizare*, Walkup scrie următoarele :

Mai întîi sînt cei care încearcă să descrie în mare particularitățile actului de creație așa cum sînt văzute din afara persoanei creative. Ei au căzut pînă la urmă de acord, după cum în mod elegant a arătat Beveridge (1957), asupra următoarelor etape ale procesului de creație, astăzi familiare tuturor celor pe care-i interesează problema : (1) este identificată problema ; (2) se colectează date semnificative ; (3) gîndirea logică merge cît poate mai departe încercînd să rezolve problema, dar problema nu e soluționată și atunci urmează ; (4) o perioadă de frustrare, sau, ca să mă exprim mai precis, o perioadă mai degrabă plăcută decît neplăcută, cînd cercetătorul suportă chinul speranțelor amăgitoare și s-ar părea că nu se întîmplă nimic. Această etapă este urmată de (5) așa-numita scînteie a inspirației și, în cele din urmă, de (6) procesul de verificare.

Descrierea acestor șase etape poate fi rezumată grupînd primele trei într-una de „pre-

gătire". Mulți autori preferă o descriere mai scurtă, în care etapele sînt denumite precum urmează :

1. *Pregătirea*
2. *Incubația*
3. *Iluminarea*
4. *Verificarea.*

Pregătirea

Există o imensă varietate de modalități ale fazei de pregătire. Ea se poate întinde de la simplul exemplu al unui băiat care caută pentru praștia sa o muniție mai bună decît obișnuitele pietricele (adoptarea eventuală a bilelor de joc), pînă la experiențele extrem de costisitoare organizate de o întreprindere gigant care caută procedeul de prelucrare a titanului în formele și dimensiunile cerute.

Să revenim acum la Speed și la țițeiul de calitate inferioară din Bakersfield, prea vîscos pentru a fi trimis pe conductă la rafinăriile de pe coastă. Problema se pune astfel : cum să fie el, în ciuda acestei deficiențe, vehiculat pe conductă ? În etapa de pregătire, Speed ar fi căutat în mod conștiincios o soluție, de pildă să încălzească țițeiul pentru a-l subția ; dar cum să mențină conducta caldă pe o întindere de multe mile ? Subțierea cu ajutorul petrolului lampant sau al benzinei ar fi fost prea costisitoare. Desigur, și alte soluții i-au putut

veni în minte pentru a fi examinate și respinse. Iată un om care încearcă în mod conștiincios să folosească metoda științifică pentru a găsi soluția și e mereu dezamăgit. El este însă cufundat pînă la gît în această căutare, el *trebuie* să realizeze lucrul acesta. Tot căutînd variate alternative, el își pregătește drumul spre izbîndă, care, uneori, poate să survină chiar în cadrul fazei de pregătire — dar numai foarte rar. Așa că frustrarea continuă.

Mai rețineți și aceasta : Speed era deja perfect familiarizat cu combustibilii lichizi, cu conductele de petrol și cu stațiile de pompare, astfel încît faza de pregătire era în mare parte parcursă. Pentru un nou venit în acest domeniu, încercarea de a rezolva problema ar fi necesitat multe studii preliminare în cadrul fazei de pregătire.

Incubația

Este o etapă scurtă sau lungă de frustrare, plină de iluzii și dezamăgiri, cînd „s-ar părea că nu se mai întîmplă nimic". Dacă se prelungește, sînt necesare, după cum a spus-o Crane chiar în cartea de față, așa-zisele „impulsuri stimulatoare" ; reveniri temporare la faza activă, la efortul conștient. Se revizuiește lucrul efectuat, se reface un dispozitiv ; un subansamblu defectuos care trebuie simplificat

este manipulat, examinat, verificat ; o operație care nu reușește este reluată și eșuează din nou.

În etapa de incubație o parte a gîndirii rămîne fixată asupra problemei. „Scînteia inspirației" se află în stare de incubație. Am amintit mai sus de oameni cu spirit creativ care, povestind despre truda lor conștiincioasă, grea, din faza pregătitoare, arătau că în ciuda efortului susținut, inspirația nu venea. După o perioadă de incubație, inspirația apare adeseori pe neașteptate.

Ce se întîmplă oare în această misterioasă fază de incubație și cum izbutește mintea — dacă ne putem exprima astfel — să prelucreze în așa mod elementele problemei încît să dea în locul nostru răspunsul așteptat ? Această atît de extraordinar de interesantă chestiune va fi discutată în capitolul 12.

Și pentru că a venit vorba — oare nu v-au șocat, ca evidente pierderi de vreme, acele reveniri la faza de pregătire, în care un procedeu care „nu mergea" era reluat în ciuda ineficienței lui, pentru ca să eșueze din nou ? Pe Baekeland însă acest mod de a proceda nu l-a șocat. Cînd și-a propus să realizeze un material bun pe bază de fenol și formaldehidă, el încerca să facă ceea ce alții nu reușiseră. El a examinat cu atenție experiențele nereușite din ultimii douăzeci și cinci de ani și le-a repetat. N-au reușit nici de astă dată ! El a

făcut atunci trei modificări și, prin apariția bachelitei, el a dat erei materialelor plastice cel mai important impuls [1].

Iluminarea

Charles Darwin a lucrat ani și ani, adunînd un imens material informativ privitor la problema evoluției și străduindu-se să-l organizeze în cadrul unei teorii unificatoare. Nu cunoaștem un alt caz care să fi implicat o pregătire atît de lungă și laborioasă. Dar într-o bună zi, pe cînd se relaxa departe de locul unde își făcea cercetările, soluțiile cheie se cristalizară : era vorba de schimbările treptate, de lupta pentru existență și de supraviețuirea celui mai puternic. În autobiografia sa, Darwin relatează unde și cînd s-a produs iluminarea.

Alfred Russel Wallace se ocupa de asemenea de problema evoluției. Se afla cam la o treime dintr-o călătorie în jurul lumii, după ce timp de opt ani strînsese specimene prin arhipelagul malaez. Se îmbolnăvi de friguri și ilumi-

[1] Era materialelor plastice este, dealtfel, bătrînă ; e centenară. La un moment dat, fildeșul pentru bilele de biliard lipsea, prețul lor era în creștere și s-a instituit un premiu de zece mii de dolari pentru găsirea unui înlocuitor. Un tipograf, John Wesley Hyatt, fiul unui fierar, s-a pus pe treabă. A amestecat camfor, nitrocelulóză și solvenți și a realizat celuloidul, în jurul anului 1868. Acesta a fost începutul erei materialelor plastice.

narea se produse pe cînd mai era încă bolnav. El a formulat ideile sale cu privire la evoluție în termeni atît de asemănători cu ai lui Darwin, încît însuși Darwin spunea că titlurile de capitole ale lui Wallace erau aproape identice cu ale sale.

Poincaré evocă și el două momente ale descoperirilor sale matematice. În ambele cazuri depășise perioada de pregătire ; lucrase în mod intens, cu conștiinciozitate, dar, după toate aparențele, fără succes. Venise apoi etapa de incubație. Și tocmai cînd trupește și sufletește se afla departe de munca lui obișnuită, iluminarea îi veni „din văzduh", și savantul nu avu nici cea mai mică îndoială că răspunsurile erau sigure și că nu mai rămînea decît să le verifice ulterior.

În cazul lui *Speed* este probabil că iluminarea s-a produs în două etape. Prima a dus la lubrifierea țițeiului, care urma să treacă printr-o peliculă de apă — dacă așa ceva putea să reușească. A doua, la folosirea unei conducte cu canelură elicoidală în care, automat, apa, cu densitate mai mare, este împinsă spre periferie.

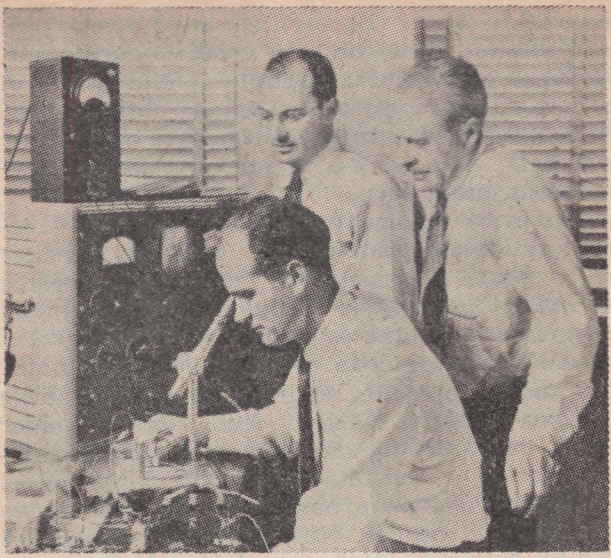
Verificarea

Verificarea constă în experimentarea inspirației, folosind un mijloc adecvat. Să revenim la conductă : *Speed* era desigur încredințat că instalația va funcționa ; dar va funcționa ea

destul de bine? El verifică acest lucru prin stația pilot construită în fundul curții sale. Pe baza rezultatului obținut în felul acesta el ajunse la convingerea că se vor obține rezultate bune și în cazul unei conducte de mărime naturală, ceea ce s-a și adeverit pentru distanțe nu prea mari.

Nu orice inspirație rezistă verificării. Uneori intuiția ne poate induce în eroare, o inspirație poate fi greșită. Un dispozitiv mecanic complicat a fost pus la punct și totuși, la un moment dat, totul se poticnește. Inventatorul trecuse prin perioada de pregătire și incubație. Își făcuse apariția și iluminarea. Necazurile păreau depășite! Să fi stat lucrurile chiar așa? Poate că nu, deoarece la întocmirea desenului el a constatat că funcționarea piesei X o stînjenea pe a piesei Y și că dificultatea nu putea fi ocolită. Nu se făcuse verificarea! Întreaga muncă trebuia reluată de la capăt.

Sînt și cazuri cînd, la capătul întregii munci, efectuînd verificarea, cercetătorul își constată eroarea de concepție. La General Electric, după ce *Coolidge* izbutise să realizeze un fir de tungsten destul de ductil pentru a se confecționa din el filamentele lămpilor cu incandescență, s-a constatat că ele se rupeau prea ușor. Langmuir a găsit explicația: gazul absorbit de filament provoca fragilitatea acestuia. Se punea problema de a măsura cantitatea de gaz degajată în timpul funcționării lămpii, cînd filamentul era fierbinte. Spre surpriza lui, Coolidge a constatat după două zile de încercări că în balonul inițial vidat se gă-



Descoperitorii tranzistorului. William Shockley (şezînd); în picioare: *John Bardeen* (stînga) *şi Walter Brattain* (dreapta). *Realizînd tranzistorul, ei au revoluţionat electronica*

sea un volum de gaz de 7 000 de ori mai mare decît volumul filamentului, gaz a cărui cantitate continua să crească! Ideea lui era greşită; însăşi punerea problemei fusese greşită. Apăruse o *nouă* problemă. De unde provenea acest gaz? Cercetările i-au permis să descopere că dacă balonul de sticlă nu este încălzit timp mai îndelungat în vid, vaporii de apă de la suprafaţa sa reacţionează cu tungstenul şi

produc hidrogen. Şi atunci ? Lucrările efectuate în continuare i-au permis să realizeze balonul cu gaz inert, făcînd astfel ţării o economie de un milion de dolari pe zi.

„Noaptea e un bun sfătuitor"

Înţelepciunii milenare a poporului îi datorăm zicala „noaptea e un bun sfătuitor". Să presupunem că trebuie să facem faţă unei situaţii dificile şi să luăm o hotărîre. Poate că pentru cei mai mulţi dintre noi asta înseamnă că avem nevoie de timp ca să reflectăm la problema respectivă. Pentru cei cu spirit creator aceasta înseamnă însă mult mai mult. Este cazul prietenului meu *M. F. Lees,* ceasornicar din Blind River, Ontario, care locuieşte în vecinătatea cabanei noastre din Canada.

Lui Lees i se aduc spre reparare ceasuri cu tot felul de defecte, dintre care unele foarte dificile. În ciuda eforturilor depuse, uneori nu izbuteşte să găsească cauza defectului. Îl îngrijorează oare lucrul acesta ? Nicidecum. El se bizuie pe bunul său sfătuitor — noaptea. O îndelungată experienţă privitoare la ceasuri de cele mai diverse tipuri, precum şi efortul depus anume pentru acest ceas reprezintă o bună pregătire a soluţionării problemei. El pune cu încredere ceasul cu pricina de-o parte, pînă a doua zi. Între timp apare starea de incubaţie. S-a întîmplat de multe ori să se trezească noaptea cu problema perfect clarificată. Se

prea poate, de asemenea, ca inspirația să-i vină de-abia a doua zi.

Pentru mine acesta este un caz remarcabil, care s-ar putea numi „creativitate curentă".

Alternarea

O alternare deliberată este considerată drept unul din șiretlicurile importante folosite în „jocul" creativității. La aceasta se referea Crane în alocuțiunea sa, declarînd că avem uneori nevoie de anumite „impulsuri stimulatoare". Să revenim la exemplul briceagului. Etapa de pregătire include luarea în mînă a briceagului, jocul cu el, deschiderea și închiderea lui, etapă în care se naște o dorință intensă de a-l perfecționa (prima alternativă). Apoi, îl pui de-o parte, cauți să-l uiți, lăsînd incubația să lucreze (a doua alternativă). În fiecare zi poate, te reîntorci la etapa de pregătire, cu briceagul în fața ta, sau chiar cu el în mînă ; urmează apoi incubația. În aceasta constă alternarea. Acestea sînt menționatele „impulsuri stimulatoare". Mai devreme sau mai tîrziu apare iluminarea, urmată de verificare ; înseamnă că arcul dorit a fost realizat, funcționează sau este modificat pînă ce ajunge să funcționeze.

Am citit cîndva despre sistemul folosit de marele Cuvier, omul care a contribuit atît de mult la clasificarea și sistematizarea fosilelor. Într-o cameră mare avea paisprezece mese,

fiecare destinată unui tip de fosilă. Se oprea dimineața la una din mese, încercînd să tragă o concluzie concordantă cu sistematizarea generală. Apoi trecea la a doua masă. Zi de zi, el practica ceea ce am numit alternarea. Nu s-ar putea oare spune că acestui procedeu i se datorește în mare măsură uluitoarea lui productivitate ?

Fertilitatea tensiunii provocate de scadență

O practică foarte interesantă bazată pe o bogată experiență este descrisă de *Chester M. Sinnett* [1], colaborator al revistei „Research and Development". El se ocupă de cazurile cu scadență — cu un termen fix stabilit pentru găsirea soluției și pentru finalizare. Rețineți că el folosește cuvîntul „tensiune".

Cînd timpul acordat pentru lucrare e pe cale să se termine, cresc atît tensiunea conștientă, cît și cea subconștientă. Practica te învață să le folosești tot mai bine atît pe una cît și pe cealaltă pentru a realiza încheierea unei lucrări înainte de ora zero. Operativitatea este la ordinea zilei. După cît se pare, subconștientul nu-și repetă indicațiile, așa că trebuie să fim gata să-i acceptăm și să-i înregistrăm sugestiile de îndată ce apar — ziua sau noaptea.

---

[1] *The Challenge of Personal Professional Development* (Stimularea dezvoltării cadrelor profesionale), în „Research and Development", aprilie 1967.

Niciodată nu se vor repeta exact condițiile care au sugerat o anumită soluție, așa că fiți gata să notați cît mai mult din ideea sau ideile sugerate, astfel încît să puteți reconstitui mai tîrziu soluția. De mai bine de zece ani acest fel de a proceda mi-a fost de atîtea ori de folos, încît i-am rămas credincios. Uneori, cînd termenul planificat se apropie, mă cuprinde îngrijorarea; rezultatul este însă mult mai bun decît dacă n-ar fi fost stabilit un termen.

Consider de mare importanță cele arătate de Sinnett. În loc să aștepte un timp indefinit, pentru ca subconștientul să-i aducă iluminarea, Sinnett îi fixează acestuia o anumită scadență!

Personal m-am ciocnit de mii de ori cu problema termenelor. Desigur, nu este vorba de mii de cazuri de creativitate care să se fi soldat cu invenții; dar experiența unei vieți active și variate, în care trebuie respectate tot felul de termene: privitoare la activitatea didactică, la elaborarea unor lucrări tehnice, la ținerea unor conferințe sau la pregătirea unor hotărîri administrative în cadrul consiliului municipal — toate aceste laturi ale experienței mele de viață au verificat, fiecare în felul său, practica la care se referă Sinnett. Perioada de pregătire s-a terminat, dar adeseori rămîi parcă într-o stare de confuzie. Te stăpînește un sentiment de dezorganizare, de lucru neterminat. Cînd voi reuși oare să fac față organizat și la timp acestor sarcini? A doua zi, sau poate chiar în aceeași seară și

adeseori cu puțin înainte de termen, totul pare să se aranjeze de la sine.

Ați trăit vreodată o astfel de experiență? V-aș sugera s-o încercați cu ocazia proximei dv. lucrări. Merită!

Cea mai mare descoperire a secolului nostru

Orice lucrător din domeniul biologiei ar putea spune pe loc care este cea mai importantă descoperire a secolului nostru și oamenii de știință din alte domenii s-ar declara de acord. Este vorba de descoperirea, făcută în 1953, a structurii ADN. Compoziția chimică de bază a genelor noastre este acidul dezoxiribonucleic, sau mai pe scurt ADN. Care este structura genelor și cum se autocopiază ele pentru a putea îndeplini funcția de bază chimică a eredității? Aceasta era problema.

O relatare completă și deosebit de interesantă a fost făcută de un laureat al premiului Nobel, James D. Watson. Apărută mai întîi în „Atlantic Monthly", ea se găsește acum sub formă de carte[1]. Pe cît știu, drumul de la dorința inițială pînă la succesul final a fost, în cazul acesta, unul din cele mai imprevizibile și mai haotice din întreaga istorie a științei. Vă puteți da seama de acest lucru citind

[1] James D. Watson *Elicea vieții*, Editura Științifică, București, 1970.

întreaga carte. Acest drum a fost presărat cu inspirații bune și cu altele înșelătoare. Rezultatele depindeau de datele din domeniul chimiei și din acela al difracției razelor X pe care le furnizau laboratoarele. În diverse etape era necesar să se procedeze la analiza lor matematică și la tot felul de experimentări. Era de asemenea necesară participarea mîinilor la actul de creație, în încercarea de a se construi modele ale moleculei. Alternarea intervenea și ea mereu. Perioade de activitate intensă erau urmate de perioade de totală relaxare.

Orice șef de colectiv din vastul domeniu al cercetării și dezvoltării care crede cu naivitate că grupul său ar trebui să parcurgă întotdeauna repede și direct etapele : pregătire-incubație-iluminare-verificare, spre succesul dorit, ar avea mult de învățat din această istorie.

Orice om cu spirit creativ ar trebui să citească lucrarea lui Watson și sînt sigur că lectura i-ar face plăcere.

11

Memoria

În capitolul următor vom încerca să vedem cum lucrează gîndirea în cadrul procesului creator. Înainte de asta însă, trebuie să vorbim despre funcţia de *memorare* a creierului.

„Depozitul" memoriei dv. nu va duce niciodată lipsă de „spaţiu". Creierul dv. posedă între zece şi douăzeci de miliarde de neuroni sau celule nervoase. Acestea sînt înconjurate de celule mai mici numite celule gliale. Recent un expert suedez a declarat că acestea ar fi în număr cam de o sută de miliarde. Mai mult încă, fiecare neuron din miliardele de neuroni poate să aibă cîte zece mii de sinapse pentru interconexiunile cu ceilalţi neuroni. După cît se ştie, toate aceste celule servesc de-a lungul întregii vieţi, oricît de lungă ar fi

ea și oricît de intensă ar fi activitatea intelectuală a omului respectiv.

Dar *cum* anume înmagazinează creierul informația în memorie — tocmai aceasta nu se știe. Este unul din marile mistere ale omului. Mulți cercetători caută să aducă puțină lumină în ce privește uluitoarea capacitate a creierului de a înmagazina informații și modul cum o face.

Se știe acum că posedăm o memorie de scurtă durată, imediată, și o memorie de lungă durată.

Memoria imediată

Nu este deloc greu de înțeles cît de necesară ne este memoria imediată. Nu e vorba de faptul că putem sau am putea s-o avem, ci anume de faptul că trebuie să avem o astfel de memorie. Noi recepționăm milioane de impresii sau stimuli în fiecare zi. Dacă acestea ar fi înmagazinate în mod automat într-o memorie de durată, n-ar mai fi suficiente nici douăzeci de miliarde de neuroni.

În timp ce stau aici în cabana mea canadiană, bătînd la mașină și aruncînd cîte o privire afară asupra acestor meleaguri pline de hățișuri, văd înaintea mea un teren bolovănos, stînci, tufișuri, arbori. Am privit acest peisaj de mii de ori. Dar dacă mi-ați cere ca, întorcîndu-i spatele, să vă fac o schiță a *principalelor* obiecte din care e alcătuit, n-aș fi în

stare. De această informație n-am avut nevoie. Data viitoare cînd mă voi plimba cu atenția trează, unele lucruri îmi vor atrage *temporar* atenția : o frunză lucitoare, un tufiș de mure coapte. Unele dintre acestea se vor strînge în memoria mea imediată. Ele constituie informații cu caracter temporar. O astfel de informare e inevitabilă, dar dispare aproape în întregime.

Să presupunem că fac o mică plimbare. Mă plimb în jurul unor stînci, tufișuri și arbori, parcurgînd un drum oarecare. Dar mă aud strigat și iată-mă întorcîndu-mă spre casă. Mă întorc mai repede și mai ușor, găsind un drum atît de bun încît „parcă ar umbla el însuși". Memoria mea imediată n-a stat degeaba ; ea a fost capabilă să mă ajute să găsesc drumul cel mai bun. Faptul însuși de a trăi, de a ocoli o dificultate, de a evita să te ciocnești de alți oameni, pe trotuar, modul în care deschizi ușa, cobori scările, traversezi un bulevard, iei masa — toate acestea sînt posibile numai cu ajutorul unei memorii imediate, capabilă să te servească la nevoie, *cu promptitudine*. Este însă de asemenea necesar ca această infinitate de elemente informaționale să nu fie înmagazinate în memoria de durată. Rămîne de văzut dacă cercetarea va lămuri vreodată complet natura ei neurologică, chimică și funcțională.

S-ar putea ca atunci cînd cunoștințele dobîndite prin învățare se fixează în memorie, acest lucru să se producă la nivel molecular, prin sinteza unei proteine. Despre aceasta a

scris un articol interesant Bernard W. Agranoff [1]. Cînd autorul injectează în craniul unui caras auriu o substanță ce blochează sinteza proteinelor și o face de îndată ce acesta a fost antrenat să execute o anumită mișcare, peștele uită cele învățate.

Riscul de a avea o memorie de scurtă durată

Este ușor de înțeles în ce constă riscul. Dacă o anumită informație este necesară mai tîrziu, poate după un număr de ani și ea a pătruns doar în memoria temporară sau imediată, ea nu va mai putea fi găsită acolo. În acest caz e nelogic să spuneți „am uitat". Cum puteți uita ceva ce n-a fost mai întîi învățat?

În timpul studiului este ușor să confunzi învățarea temporară cu aceea propriu-zisă. La școală mulți au căzut în această capcană. Să presupunem că studiați fizica. Există în carte o figură cu o masă de laborator pe care se află o serie de piese conectate într-un anumit fel. O vedeți pentru prima dată și vă uitați la ea cu atenție. În timpul perioadei de studiu o mai revedeți. Oare ați învățat-o? În oarecare măsură, da. Acum să facem o probă. Vi se arată diverse montaje pe mese de laborator oarecum asemănătoare celei „învățate".

[1] *Memory and Protein Synthesis* (Memoria și sinteza proteinelor) în „Scientific American", iunie 1967.

Le respingeţi pe toate. Apoi vi se arată un montaj identic cu cel al figurii din carte şi pe dată îl recunoaşteţi. Înseamnă asta că l-aţi învăţat ? Încă un moment. Vă punem din nou la încercare : iată o hîrtie şi un creion ; schiţaţi cum sînt conectate piesele din montaj. Dacă greşiţi, înseamnă că aţi învăţat destul de bine pentru *a recunoaşte* montajul dar nu şi pentru *a-l reproduce*. Prea multe din date au pătruns numai în memoria imediată ; şi poate că unul sau două dintre elemente au fost atît de vag văzute încît n-au pătruns nici măcar acolo.

Într-un număr din revista „Science News" apare un articol pe o temă care vă preocupă. Îl citiţi şi vă spuneţi : „Asta trebuie s-o ţin minte !" şi apoi treceţi la o altă lectură. O mai ţineţi minte pe cea dintîi ? Foarte puţin sau chiar deloc. Dar dacă subiectul articolului vă interesează cu adevărat, citiţi-l încă o dată ; notaţi-vă data şi pagina respectivă ; poate că şi mîinile sînt puse la treabă, întocmind o scurtă notă despre cele citite (chiar dacă pe urmă o aruncaţi). În felul acesta veţi păstra acea informaţie în memoria dv. de durată.

Cu ani în urmă, unul dintre absolvenţii mei, Hank Morton, a devenit director al serviciilor de electricitate ale oraşului Pontiac. El răspundea de sistemul de iluminat, de sistemul de semnale luminoase pentru circulaţie şi de sistemul de alarmă pentru cazuri de incendiu. Îl frămînta problema dacă cetăţeanul de rînd va şti unde se găseşte cel mai apropiat avertizor de incendiu în caz de nevoie. El se adresă directorului ziarului local cu propunerea de a

duce în acest scop o campanie de educare a publicului. Editorul îl refuză, spunîndu-i: „Oricine știe unde se află avertizoarele de incendiu".

Asta îl scoase din sărite pe Hank. În primul rînd, știa că un astfel de avertizor se găsea foarte aproape de clădirea ziarului. În al doilea rînd, făcu o anchetă discretă printre cei șaizeci și trei de funcționari ce lucrau acolo. *Nici unul din ei nu știa de existența acelui avertizor.* Trecuseră de nenumărate ori prin fața acestuia, *aproape întotdeauna fără măcar să-l observe.* Ori de cîte ori privirea le căzuse asupra lui, imaginea pătrunsese doar în memoria imediată, fiind apoi uitată.

Memoria de durată

Pentru a păstra o anumită chestiune în memoria de durată trebuie să-i acordați o atenție specială, trebuie ca respectiva chestiune să vă intereseze. Și totodată trebuie să-i acordați timpul necesar. Cercetări recente au arătat că trebuie să treacă un anumit timp pentru ca o informație să poată fi într-un fel prelucrată. E posibil ca ea să pătrundă la început în memoria imediată și apoi să treacă în memoria de durată. S-ar putea să existe și alte căi. Dacă memorarea se realizează la nivel molecular și se dovedește că este condiționată de sinteza proteinei, s-ar explica de ce este necesar un anumit timp pentru desfășurarea acestui proces. În orice caz, un anumit timp se

dovedește necesar. Astfel, după ce o noțiune a fost *aparent* învățată, dacă atenția trece prea repede la altceva, respectiva noțiune este memorată doar într-o formă fragmentară, sau chiar deloc.

Acest lucru este important pentru succesul procedeelor mnemotehnice folosite în procesul învățării durabile, ca, de pildă : citirea de două ori ; întocmirea de rezumate ; sublinierea textului ; recitirea cu glas tare și așa mai departe. Fiecare din aceste acțiuni ar putea avea o valoare specifică și presupun că o are ; dar mai presus de orice contează *timpul* — timpul necesar sistemului nervos ca să fixeze informația într-o memorare de durată. Reînvățarea prin repetiții ulterioare asigură o și mai sigură implantare.

Desigur, în tot cuprinsul acestui capitol ne ocupăm de factori vitali în domeniul învățării eficiente, fie în școală, fie în afara ei ; și în acest domeniu este, firește, implicată creativitatea. În ce fel ? Desigur, prin acumularea permanentă a unor variate și numeroase cunoștințe de bază cu privire la obiecte, proprietăți, materiale, procedee, funcții, efecte, principii, legi, nume prestigioase din știință, tehnologie și din alte domenii etc. etc., cunoștințe care lărgesc aria propriei informații. În anumite împrejurări omul simte nevoia imperioasă de a fi cel puțin *conștient* de faptul că a învățat ceva ; dacă nu-și amintește mai mult decît atît, e cazul să deschidă manualul de specialitate. Fără această conștiință trează nici n-ar fi știut de existența acelei probleme.

Oricît ar părea de necrezut, autorități în materie înclină să creadă că o informație, odată introdusă în memoria de durată rămîne întipărită acolo și nu este uitată niciodată. Faptul că nu-ți poți aminti, după dorință, detaliile unei întîmplări sau chiar întîmplarea în sine, nu înseamnă că amintirea respectivă nu mai există. Ea este încă acolo, în memorie, dar a fost atîta vreme nefolosită, încît n-o poți aduce în conștiință nici chiar cu prețul unei sforțări.

Wilder Penfield, marele neurochirurg de la Universitatea McGill, a adus contribuții mai importante ca oricare altul în acest domeniu. Odată pe cînd era pregătit să opereze creierul unui bolnav care era complet conștient (nu este necesară decît o anestezie locală — creierul nu simte durerea), s-a întîmplat să atingă cu un electrod o parte descoperită a creierului. Deodată, bolnavul și-a amintit, cu multe detalii, de o întîmplare petrecută cu multă vreme înainte. Memoria o reconstituia într-o succesiune corectă. Atîta doar că atunci cînd i-a relatat asta chirurgului, pacientul credea că lucrurile s-au petrecut chiar acolo în sala de operație, deși era conștient în același timp de realitatea înconjurătoare. Mai tîrziu, cînd același punct a fost din nou excitat, „reamintirea s-a desfășurat încă o dată, de la sine".

Este dealtfel şi cazul hipnozei, cînd un individ devine capabil să-şi reamintească o întîmplare din fragedă copilărie sau un film văzut de foarte multă vreme. Astfel de constatări arată incontestabil că memoria de durată conservă în ea tot ce a recepţionat.

Memorarea inactivă

În acest capitol am văzut mai întîi că noi posedăm o memorie imediată sau temporară, care ar fi un fel de trăire moment cu moment. Am văzut, în al doilea rînd, că avem o memorie de durată cu o capacitate de reţinere fantastică. În al treilea rînd, trebuie menţionat că aproape tot ce a fost înmagazinat în memoria de durată se află într-o stare pe care aş numi-o „memorare inactivă". Unele din datele adunate acolo au fost atît de multă vreme nefolosite, încît nu pot fi scoase la suprafaţă decît fragmentar, oricît de mare ar fi efortul depus. Posibilitatea de a dispune imediat de o mare parte din materialul învăţat se datoreşte faptului că acesta este folosit şi refolosit ; dar o cantitate şi mai mare, inaccesibilă în mod obişnuit, *trebuie* şi ea valorificată într-un fel oarecare.

Ce ne îndrituieşte să afirmăm acest lucru ? Faptul că mintea are şi trebuie să aibă o capacitate de asociere. O noţiune amintită, oare-

cum asociată cu o altă noțiune, „ne-o amintește", spunem noi, pe cea de-a doua. Aceasta din urmă ar putea să ne amintească de alte două sau trei noțiuni. Dacă am avea capacitatea unei reamintiri complete și automate a tot ce „știm" (a tot ce a fost înmagazinat), evocarea unei singure noțiuni ar duce la o golire totală a memoriei ; am fi copleșiți în acest caz de un șuvoi fără sfîrșit de date memorate, fără nici o ordine între ele. Dacă s-ar declanșa un astfel de proces și n-am avea posibilitatea să-l stăvilim, n-am mai fi buni de nimic. Ne gîndim la sare și asta ne amintește de gustul ei. Dar ea ne amintește și de gustul zahărului, al murăturilor ; dar de la murături am ajunge la castraveți, la cartofi, la gîndacii cartofului și tot continuînd astfel, am deveni victimele fără speranță ale unei memorii totale, de proporții uriașe, care s-ar tot revărsa fără răgaz. Ce gînd înfricoșător !

Da, dar toate acestea mai duc și spre un alt gînd, neplăcut. Astăzi înveți ceva. Trec două decenii. N-ai avut nevoie, n-ai folosit informația respectivă. Ea a trecut în memoria inactivă. Efortul de readucere în conștiință nu reușește s-o facă accesibilă. Și tocmai informația cu pricina este aceea care îți lipsește pentru a putea desăvîrși invenția în curs de elaborare. Să fie oare totul pierdut ? Nu ! Capitolul ce urmează se ocupă de această problemă.

Iată, rostim cuvîntul „gîndire" — dar ce este gîndirea ? Este o problemă care a iscat multe controverse. Am să evit o controversă suplimentară, căutînd să nu spun aici decît foarte puține lucruri despre ea. Cred că gîndirea este un complex funcțional creier — corp. Dacă complexul nu funcționează bine, nici gîndirea nu funcționează. Drogurile, stupefiantele și așa mai departe, dereglînd uneori temporar sistemul nervos, pot face ca pacientul „să-și piardă mințile".

Rețineți că în loc să vorbesc doar de funcționarea creierului, vorbesc de complexul *creier — corp.* Aceste două noțiuni nu pot fi separate. Nu e nevoie de droguri pentru ca mintea să funcționeze prost. Cercetări recente au arătat că dacă unui individ i se barează căile de recepționare a stimulilor, astfel încît nu mai simte nimic, nu vede nimic, nu pipăie nimic, nu aude nimic și nu miroase nimic, curînd el nu va mai putea nici să gîndească. El va avea doar halucinații. Funcționarea eficientă a gîndirii este condiționată de buna funcționare a întregului organism.

Cum ar putea fi „dirijată" gîndirea în timpul procesului de creație ? Dar mai ales, ce se întîmplă în acea misterioasă perioadă de incubație, care vine după pregătire și conduce la iluminare ?

12

Gîndirea: conștient și subconștient

Dacă vreți să vă consacrați restul zilelor „problemei gîndirii", o puteți desigur face. Veți avea, incontestabil, mult de lucru și veți trăi din plin în lumea ideilor controversate. La o extremă se află cîțiva psihiatri, aproape mistici, atribuind gîndirii calități greu de explicat doar pe calea influxurilor nervoase. La cealaltă extremă se găsesc neuroanatomiștii, preocupați de traseele nervoase, de sinapse, trasee senzoriale și motoare, de complexul reacțiilor și așa mai departe și care au foarte puțină considerație pentru psihiatri. Pe o poziție oarecum medie se situează anumiți psihologi care gîndesc că microanatomia nu-i de lepădat, căci ea dă ceva de lucru neurologilor și că psihiatria nu poate fi considerată știință ; mai important este, după ei, să observi modul

de comportare al indivizilor în diverse împrejurări ; ei au născocit testele mentale și experimentale ; ei nu acceptă nici o ipoteză dacă nu este confirmată de teste.

Dar nici psihologii nu au toți aceleași puncte de vedere și convingeri. Ei susțin că între noi oamenii există diferențe de faze sau de „nivele" în privința modului de efectuare a operațiilor gîndirii, dar și interpretările lor cu privire la aceste probleme sînt foarte diferite. Ei vorbesc despre conștient, preconștient, inconștient, subconștient. Cei care scriu despre creativitate folosesc și astfel de noțiuni ca : gîndire divergentă, gîndire convergentă și altele.

Webster definește atît termenul de *inconștient*, cît și pe cel de *subconștient*. Autorii care scriu despre creativitate folosesc cînd unul, cînd celălalt din acești termeni. Eu înclin să cred că psihiatrii studiază inconștientul, dar că individul creativ face apel la subconștient. Desigur, unii nu vor fi de acord cu această descriere a nivelelor noastre de gîndire.

Ceea ce poate face un autor care se află în situația mea este ca, după o vastă lectură, să prezinte propria sa interpretare — desigur influențată de propriile sale sentimente, de propria sa experiență. Acesta este drumul pe care-l vom urma.

Conștientul

Grație unei gîndiri conștiente îți dai seama de cele ce se întîmplă. Să facem împreună, o plimbare de la cabana noastră pînă la plajă.

Vezi acolo o piatră netedă, roasă de apă și rotunjită. O iei în mînă. E grea și știi că așa trebuie să fie. O arunci în sus, înspre lac. Știi că ea va descrie o traiectorie curbă. Se aude un plescăit. L-ai așteptat. Undele concentrice se lărgesc tot mai mult. Știai că va fi așa. Nici o surpriză, nici o problemă.

Acum iei o pietricică și o arunci drept în sus. Vîntul o face să cadă mai departe. De ce nu? Îți vine în minte că dacă ai putea standardiza pietricelele, precum și viteza ascensională, devierea de la verticală ar da o indicație despre viteza vîntului. Corect. Ai inventat astfel un aparat de măsurare a vitezei vîntului!

Cele de mai sus sînt manifestări ale gîndirii conștiente. Experiența ta (cunoștințele păstrate în memorie) îți spune tot ce urmează să se întîmple. Totul în afară de un lucru: ea n-ar putea prevedea inventarea aparatului de măsurare a vitezei vîntului. În cazul respectiv ai folosit metoda științifică a urmăririi succesiunii de la cauză la efect, a faptului că vîntul (cauza) provoacă devierea (efectul). Fiind însă un individ creativ, ai mers mult mai departe, dînd acestui efect o întrebuințare. Celor mai mulți dintre oameni nu le-ar fi trecut niciodată prin minte o asemenea invenție. Fiecare element al acestuia ne este atît de familiar încît sîntem tentați să spunem că, în mod obligatoriu, așa ar fi trebuit să se întîmple. Și totuși nu e așa. Pe cei mai mulți dintre oameni, gîndirea conștientă i-ar fi făcut să observe doar devi-

erea laterală (familiară nouă) la căderea pietrei.

Gîndirea conștientă e logică. Ea face legătura între cauză și efect. În rare momente, cum e cel de față, un lanț de raționamente conștiente te poate conduce imediat la o invenție sau descoperire. Dar așa ceva li se întîmplă rar chiar și celor mai mulți dintre indivizii creativi ; iar celor necreativi nu li se întîmplă niciodată.

Subconștientul la lucru

Am ajuns acum la misterul central al procesului de creație. Gîndirea subconștientă a fost descrisă ca un cal de povară care ascultă orbește de ordinele primite, și care, fără să știi efectuează pentru tine o muncă fantastic de grea și-ți oferă, în cele din urmă, mult așteptata și vitala iluminare, fără a-ți dezvălui vreodată cum a ajuns la ea. Faptul că-i spuneți cînd inconștient, cînd subconștient n-are nici o importanță. Cu timpul, ambele denumiri ar putea să fie eliminate în favoarea altora.

Faptul însă că știm foarte puțin despre el nu poate servi drept motiv pentru a-l ignora. De ce ? Pentru că nu putem nesocoti experiența reală a oamenilor creativi.

Este cazul să ne referim din nou la cele spuse de Crane cu privire la Poincaré :

Poincaré subliniază că dacă am încerca pur și simplu să facem în cap în mod conștient

toate combinațiile posibile cu datele informaționale de care dispunem, n-am ajunge la nici un rezultat. Numărul de combinații ar fi prea mare; sarcina de a alege din acest noian pe cele mai promițătoare eliminînd pe cele fără sens ar cere mai mult decît o viață întreagă, și asta doar pentru soluționarea unei singure probleme... Dar odată ce mintea s-a angajat în mod serios să rezolve o problemă, ea se ocupă cu milioanele de combinații și posibilități, le evaluează și înlătură pe cele mai multe din ele, și aceasta în mod inconștient... Procesul continuă în ore de veghe și în somn și chiar simultan cu alte activități conștiente ale individului... Ideea biruitoare, odată găsită, poate pătrunde în conștiință în orice moment... Acest lucru se poate întîmpla chiar în toiul unor activități cu totul diferite...

Cum procedează subconștientul pentru a sonda fără încetare memoria (chiar pe cea inactivă) sortînd, verificînd și aducînd pînă la urmă iluminarea? Nu știm și s-ar putea să n-o știm niciodată. Dar situații de felul celei menționate mai jos au loc, și anume în timpul perioadei de incubație.

Iluminarea de pe feribotul Lackawanna

În 1927, tubul electronic era deja cunoscut. O serie de aplicații se bazau pe calitățile lui amplificatoare. Exista însă ceva care deforma

semnalul. Se știa că dacă această distorsiune putea fi eliminată, telefonul pe distanțe mari, fie la sol, fie prin cablu submarin, putea fi extins nelimitat, prin folosirea unor stații de amplificare intermediare.

Harold S. Black făcuse timp de mai mulți ani cercetări în această problemă, dar fără rezultat. Într-o dimineață, pentru a ajunge la Laboratoarele Bell, unde lucra, el luă feribotul de la Lackawanna. Se așeză pe o banchetă. Atunci și acolo avu inspirația care duse la inventarea reacției negative. În felul acesta a putut fi reglată emisia electronică a tubului, iar știința a fost îmbogățită cu un concept de o importanță atît de fundamentală și atît de indispensabilă în nenumărate aplicații, încît valoarea lui este practic inestimabilă.

Dar încă ceva despre amintita călătorie cu feribotul. *Aceasta* s-a petrecut într-o zi în care, din întîmplare, ziarul de dimineață al lui Black avea o pagină întreagă albă. Black se instală, folosi pagina, desenă circuitul și scrise ecuația respectivă !

Subconștientul face inventarul

În martie 1964 am trăit un fapt de-a dreptul surprinzător. Am pornit într-un turneu, prevăzînd ținerea unor conferințe demonstrative în șaisprezece colegii și universități din vest. În timpul ambalării aparatajului pentru această călătorie de 16 000 km trebuia să am grija

de a lua cu mine zeci și zeci de aparate și dispozitive. Prima escală am făcut-o la un motel din Chicago. M-am culcat. La patru dimineața m-a trezit o voce interioară care părea să spună : „Am luat oare cu mine inelul ?“ O verificare făcută chiar în acea zi arătă că un inel de alamă folosit în cadrul demonstrației fusese singurul lucru pe care-l uitasem !

O echipă: conștientul și subconștientul

Pentru munca creativă dispuneam deci de o echipă de o miraculoasă competență, fiecare membru al ei fiind indispensabil în domeniul în care acționează, dar, în ansamblu ineficient *fără coechipierul său.*

Gîndirea conștientă este logică. Cu ajutorul ei raționăm. Identificarea problemei, alegerea modului de abordare le face tot ea și tot mulțumită ei reușim să elaborăm ipotezele și direcțiile de atac pentru verificarea acestora. Ea ne îndrumă în proiectarea aparaturii și în efectuarea experiențelor și tot ea decide ce date să colectăm. Prin ea executăm o serie de lucrări dificile, care cer luciditate și conștiinciozitate. Dar, de regulă, descoperirea sau invenția nu survin în timpul acestor activități.

Se dovedește oare necesară toată această muncă dificilă ? Da. Desigur, întreaga activitate pregătitoare poate varia foarte mult de la caz la caz. În funcție de noroc și de priceperea de a planifica munca (precum și de alți factori),

multe din lucrările pregătitoare pot să apară inutile la o ulterioară trecere în revistă. Dar, în ansamblu, această muncă trebuie efectuată, pentru două motive. Mai întîi, pentru că trebuie însușite o serie de cunoștințe noi necesare în vederea realizării problemei. În al doilea rînd, pentru că în tot timpul acestei activități dificile menținem activă gîndirea subconștientă. S-ar părea că această situație se stabilește cu sau fără știrea noastră.

Mai mult chiar, cei care cunosc regulile jocului *știu* că subconștientul se va pune pe treabă. Ei sînt convinși de eficiența acestui procedeu și văd în el o garanție a succesului final.

Echipa la lucru

Și-acum, în rezumat, fazele de lucru ale echipei :

PREGĂTIREA : un efort conștient (care menține, între timp, subconștientul în stare activă).

INCUBAȚIA : subconștientul devine primordial, sondează acumulările din memorie, selectează combinația optimă.

ILUMINAREA : subconștientul raportează conștientului.

VERIFICAREA : efortul conștient de a verifica faptul că soluția se referă la problema dată și, în caz pozitiv, că iluminarea a fost corectă.

13

Despre diverse probleme

Acesta este un capitol de probleme „mărunte", de discuții cu un caracter mai mult sau mai puțin disparat. Între altele, el ne va permite să dezbatem o întrebare cu caracter incendiar : au femeile creativitate ?

Au femeile creativitate?

Da, femeile sînt creative. Multe femei au devenit mari romanciere, dramaturge, artiste. Femeile au făcut importante descoperiri în astronomie, fizică, medicină, biologie, ca și în alte domenii. Cred că numărul acestor descoperiri este în creștere.

Dar istoria descoperirilor și invențiilor este în mod preponderent o istorie a *bărbaților* și

a realizărilor acestora. Să fie vorba aci de existența unor mari posibilități deschise bărbaților și de lipsa acestora în ce le privește pe femei? De fapt, femeile au primit abia recent dreptul la vot. Pînă atunci, în cultura occidentală precumpănea părerea că femeia trebuie să se consacre doar activității casnice; or, o astfel de activitate oferă minime posibilități pentru a se face descoperiri științifice sau invenții cu caracter tehnologic. Acum, grație emancipării femeilor și prin pătrunderea mereu mai accentuată a lor în întreprinderi, laboratoare, birouri, se poate presupune că în anul 2000 femeile vor egala, în privința creativității, pe bărbați, în majoritatea domeniilor. Dar împrejurările le vor fi ele favorabile?

Femeile, în general, nu pot renunța la educația copiilor și la o anumită activitate casnică, tot așa cum nu pot să nu nască copii. Bărbații, în general, nu pot să nu lucreze și în multe cazuri, ei sînt cei ce întreține bănește familiile. Aceste elementare condiții de viață vor influența și în viitor, în mod negativ, realizarea posibilităților egale pentru un mare număr de femei.

Se pune acum o a doua întrebare: sînt femeile *potențial* egale bărbaților în domeniul creativității? În ce mă privește, cred că trebuie să se țină seama de marile diferențe între optica, interesele și posibilitățile majorității bărbaților și cele ale majorității femeilor și, prin urmare, de marile diferențe în privința aptitudinilor pentru anumite domenii de creativitate: fiecare sex poate fi potențial superior

celuilalt, aceasta depinzînd de domeniul creativ cercetat.

S-a sugerat că femeile au o „orientare spre aspecte legate de om", iar bărbaţii o „orientare spre aspecte cu caracter obiectiv". După părerea mea, în această opinie există un sîmbure de adevăr. Şi desigur, dacă este adevărată, este vorba de o chestiune în mare parte sau poate total legată de supravieţuirea speciei.

Aş prefera să spun ceva echivalent, dar în termeni întrucîtva diferiţi, şi anume că la majoritatea femeilor se manifestă o orientare spre casă, spre cămin.

Cele de mai sus îmi sugerează un gînd care s-ar putea să fie nou în literatura despre creativitate. Din tot ce am citit se desprinde impresia că multe, dacă nu aproape toate cuceririle ştiinţifice făcute de femei, provin de la cele care lucrează în laboratoare. Aş vrea să propun ca explicaţie faptul că, pentru femei, laboratorul constituie o extindere a propriei case, a propriului cămin. Nu mă refer numai la tehnicienele de laborator, ci şi la specialiste, între care şi cele care au obţinut titlul de doctor într-un anumit domeniu ştiinţific. În laborator, ca şi acasă, sînt de efectuat o serie de activităţi complexe, cu o mare varietate de materiale şi procedee. Adeseori, ca şi în munca de acasă, trebuie făcute lucrări pentru care se cere o anumită îndemînare manuală. Acasă femeia îşi are propria sa familie. Dar şi în laborator ea are o „familie", grupul de cercetare. Mi se pare că în această privinţă, există prea multe asemănări pentru a putea fi ignorate şi

că aceste analogii ar merita să fie cercetate. De multe ori, fiind și singura femeie din echipă, ea vrea să demonstreze că este egală cu ceilalți, dacă nu chiar mai bună.

Dacă aș avea o fată cu spirit creativ care ar dori să-și aleagă o meserie, n-aș ezita să argumentez în sensul de mai sus, sfătuind-o să-și îndrepte privirile spre un mediu de felul celui ce se creează într-un laborator de cercetare.

Lily Pavey și mașina de scris muzică

O firmă britanică comercializează în prezent o invenție care îmi place în mod deosebit. Este vorba de o mașină de scris muzică. De secole, compozitorii au dorit să aibă un mijloc mai rapid și mai ușor de scris note muzicale. Fără îndoială că mulți bărbați au încercat să rezolve problema, dar fără succes. A realizat-o însă *Lily Pavey,* care n-a făcut decît un an și jumătate de școală. După cum relatează „*Time*" în numărul din 4 decembrie 1964, ea era clovn de circ și știa să cînte la șaptesprezece instrumente muzicale (vă amintiți de adolescenții cu înalt spirit creativ, care preferau ocupații neconvenționale ?).

În timp ce bătea la mașină acasă la ea facturi, pentru a-și cîștiga existența, ea începu să cînte ca să-și alunge plictiseala. Dar într-o zi îi veni în gînd : n-ar fi mai plăcut să bat la mașină muzică, decît facturi ? Și-a cumpărat o mașină de scris veche și a lucrat cîțiva ani

pentru a o modifica. Soluția fericită i-a fost sugerată de funcționarea liftului, ceea ce a condus-o la scrierea pe verticală. Și mai trebuie menționat că Lily Pavey și-a realizat invenția chiar la domiciliu, îmbinînd în mod ingenios dactilografia și arta muzicală, două îndeletniciri pentru care era înzestrată într-o mare și egală măsură.

Descoperitori și inventatori

Există o diferență între *descoperire* și *invenție* ? Da, există. Nu poți să inventezi un munte ; dar dacă ești primul care-l vezi, tu ești cel care l-a descoperit. Corpul uman conține un mare număr de enzime, cu rol de catalizatori. Cea care le-a „inventat" este evoluția. Într-o zi, ca biochimist, ați putea însă descoperi o enzimă încă necunoscută. Dacă ea este necesară medicinii și dv. găsiți un mijloc de a o sintetiza, înseamnă că ați inventat un procedeu care poate fi apoi patentat. Desigur, n-ați fi putut patenta o enzimă, aceasta găsindu-se ca atare în natură.

Cercetătorii din domeniul științei pure urmăresc să descopere fapte și legi ale naturii ; întrucît aceasta constituie pentru ei scopul suprem, descoperirea le aduce mari satisfacții. La rîndul lor, oamenii de știință din domeniul științelor aplicate și inginerii preiau astfel de descoperiri, căutînd să realizeze în practică lucruri utile omenirii. Desigur, am făcut aici o

prezentare bazată pe disocieri polare. Există și multe cazuri intermediare, dar creativitatea este prezentă în toate cazurile.

Mai mult chiar, cele două aspecte deosebite pot coexista în activitatea aceluiași om. Un om de știință care dorește să facă o descoperire ar putea fi nevoit să inventeze aparatul fără de care problema nu se rezolvă. Un inginer, dorind să inventeze ceva, poate să constate că știința a rămas în urma cerințelor lui, fapt de natură să-l conducă la o descoperire, urmată, la rîndul ei, de o invenție.

Cînd, în 1896, Alfred Nobel și-a scris testamentul, prevăzînd decernarea premiilor care îi poartă numele, el a ținut, desigur, seama de asemenea deosebiri. Astfel premiul de fizică urma să se acorde celei mai importante descoperiri sau invenții ; cel de chimie, pentru o descoperire sau perfecționare ; în cazul psihologiei și medicinei, pentru o descoperire. El nu a definit nici unul din cei trei termeni folosiți.

Mediul creativ

Poate că cel mai mare complex industrial de cercetări din lume este acela al Laboratoarelor Bell Telephone. Ele se găseau cîndva într-o clădire din centrul New Yorkului unde mă duceam adeseori.

Apoi s-au construit uriașele laboratoare de la Murray Hill, (statul New Jersey). Am conferențiat acolo și am avut astfel prilejul să

văd una dintre cele mai remarcabile instituții de cercetări din lume. Ea a devenit un model pentru multe alte centre. M. J. Kelly, acum ieșit la pensie, a condus cu competență această instituție, timp de mulți ani. El și fostul meu student, Jack Morton, vicepreședinte, mi-au expus concepția lor în ce privește buna organizare a unui mediu propice creativității, în cadrul unui mare complex de cercetări. Ideile principale sînt următoarele. Dați-i cercetătorului un laborator înzestrat cu toate instalațiile necesare, precum și spațiul necesar pentru activitatea lui ; în același timp însă, dați-i *în apropiere* și o boxă, *un mic birou* în care să se poată retrage. Așa este organizat Murray Hill. Cercetătorul se mișcă așadar între două lumi. În laborator, el conduce activitatea tehnicienilor și a echipei sale, dacă există o asemenea echipă ; face măsurători și observații, încearcă noi aparate și dispozitive. În boxa sa el poate să reflecteze la problemele mai dificile, să facă calcule, să proiecteze aparate, să scrie rapoarte ; ba chiar, cînd și cînd, să privească în gol. Cînd are nevoie de mai multă informație matematică, aceasta nu constituie o dificultate ; este destul să-și exprime dorința, și va avea sfaturile mai multor matematicieni ; i se poate chiar repartiza un matematician în echipă. Marile realizări ale laboratoarelor depind în parte de admirabilele condiții asigurate cercetătorilor.

Dar asta nu-i totul. Cele mai bune condiții nu pot compensa lipsa unor bune relații. Ne referim la factorii psihici-afectivi. Și în această

John R. Pierce. Numeroasele lui lucrări au jucat un rol important în realizarea satelitului artificial Echo, predecesor al Telstarului

privință Laboratoarele Bell sînt un exemplu strălucit de întreținere a unui „climat creativ" favorabil.

O contribuție remarcabilă, în acest sens, a adus un studiu făcut de o altă mare întreprindere de cercetare industrială, Arthur D. Little, Inc. Studiul și-a propus să stabilească cele mai bune condiții pentru mărirea productivității în cercetare. Concluzia la care a ajuns însă stu-

diul este aceea că un bun climat al relațiilor interumane este mai important chiar decît bunele condiții de lucru. Există oare respect reciproc între membrii colectivelor ? Au aceste colective buni conducători ? Conducătorii științifici sînt eficienți și respectați ?

Într-o întreprindere nu este întotdeauna o problemă simplă să convingi conducerea că o descoperire sau invenție merită să fie adoptată, dezvoltată și pusă în producție pentru piață. În atitudinea direcției se poate ivi o gamă largă de reacții, de la spiritul de inițiativă și pînă la ultraconservatism și chiar la agresivitate. Unii directori, foarte competenți în alte privințe, pot fi lipsiți de spirit creativ ; pentru a-și apăra propria linie de conduită, li se pare mult mai comod să spună „nu" cînd este vorba de ceva nou. Problema este mai complicată mai ales la întreprinderile mari, unde pentru întocmirea unui raport favorabil către conducerea superioară trebuie cîștigate toate nivelurile de conducere și dirijare a întreprinderii. Astfel, pe alocuri, chiar dacă inventatorul sau colectivul de cercetare beneficiază de un climat favorabil creației, poate persista totuși sentimentul descurajator că, pînă la urmă, noua realizare nu are decît slabe șanse de a fi adoptată de către conducerea superioară. Amintiți-vă lucrul acesta cînd veți citi, în capitolul următor, despre inventatorul salariat.

Oricine răspunde, în orice calitate, de valorificarea creativității celor care muncesc în subordinea lui, nu trebuie să uite niciodată că

un om creativ are nevoie să fie încurajat cînd inițiază un proiect, să i se arate interes și să fie sprijinit în timp ce lucrează asupra lui și să fie răsplătit cum se cuvine cînd termină cu succes lucrarea, indiferent dacă rezultatul este sau nu profitabil din punct de vedere comercial,

Factori care afectează creativitatea

Potrivit unui vechi dicton, „necesitatea este mama invenției". Și acum, dacă îi inversați termenii, el devine : „Invenția este mama necesității", lucru de asemenea adevărat în multe cazuri. Cu ani în urmă, după o opinie destul de răspîndită, i se atribuia inventatorului înfățișarea unuia care moare de foame într-o mansardă, luptînd în condiții foarte dificile pentru a-și desăvîrși invenția, ceea ce nu era chiar o legendă. Au existat astfel de cazuri.

Citind excelenta carte a lui Mitchell Wilson, veți afla despre o serie de inventatori americani care, în ciuda dificultăților și privațiunilor înfruntate, au continuat să lucreze pentru a-și atinge țelul ; și totuși, după ce și-au realizat cu succes invenția, unii au pierdut bătălia în luptă cu forțe mai puternice decît ei. Unii dintre ei au murit înfrînți și descurajați. Samuel Morse a fost dintre cei care au murit bogați și respectați ; dar gîndiți-vă că și el a trebuit să renunțe la reușita lui carieră de pictor și să se expună aproape în-

fometării înainte ca telegraful său să fi izbîndit.

Se vorbește mult despre „ingeniozitatea americană". Neîndoielnic, cei mai mulți dintre noi gîndesc că ea este aceea care ne-a adus faima încă din vremurile cele mai îndepărtate. Dar după cum arată limpede Mitchell Wilson, adevărul este altul. Au existat buni meșteșugari americani, era firesc să fie așa, căci trebuiau învinse greutățile cuceririi unui continent. Dar pentru cei mai mulți dintre ei, viața era grea, iar pe vremea cînd America era încă o colonie, iscusința lor nu era chiar la înălțime. Pe atunci un om trebuia să se priceapă la toate și nu să fie calificat într-o singură meserie. Muncitorimea, în afara argintarilor și a ceasornicarilor, era necalificată. Coloniștii au dat totuși dovadă de energie și pricepere ; tîmplarii, montorii și alți meseriași de pe atunci și-au dovedit îndemînarea la construirea ambarcațiunilor, morilor și ferăstraielor acționate de ape. Dar nu uitați, tot pe acea vreme domnea legea engleză și coloniilor li se cerea să trimită materiile prime în Anglia ; abia acolo urmau a fi prelucrate... În aceste condiții defavorabile tehnologia nu se putea dezvolta.

Prin dobîndirea independenței, mințile oamenilor s-au eliberat din punct de vedere politic, dar n-au putut deveni dintr-o dată apte pentru inovații. America era ruinată. Erau timpuri grele. Trebuiau puse bazele unui comerț exterior. Wilson ne reamintește : „Erau atît de puțini mecanici, încît atunci cînd Robert Fulton... în 1805... a vrut să construiască

una din torpilele sale cu arc... el a găsit la New York un singur mecanic... capabil să-i înțeleagă schițele". Chiar mai tîrziu în istoria dezvoltării noastre, un inventator era mai degrabă luat în derîdere decît încurajat. S-a scurs multă vreme după Revoluție, pînă ce s-au creat condițiile ca ingeniozitatea americană să se poată afirma.

Cercetînd îndelungata istorie a neamului omenesc ne putem convinge că creativitatea a trebuit să învingă tot soiul de obstacole — de la atitudinile descurajatoare pînă la împotrivirea brutală. Date în legătură cu această istorie pot fi găsite într-o excelentă lucrare [1], datorată lui Eugene Ayres de la Gulf Research and Development Corporation, specialist de vază, cu autoritate pe plan internațional în domeniul surselor de energie.

Astăzi nu se mai dă foc unei întreprinderi unde lucrează un inventator bănuit că ar pregăti „ceva care va lăsa oamenii pe drumuri". Dealtfel, inventatorul nu mai poate fi nici el găsit într-un mic atelier situat pe o străduță dosnică. El este adeseori un om de știință bine plătit sau un inginer angajat la o firmă. Inovația constituie o parte integrantă a activității sale. Dacă cei din conducere sînt așa cum ar trebui să fie, el va fi încurajat să-și desăvîrșească invenția pînă la stadiul în care

[1] Social *Atitude toward Invention* (Atitudinea societății față de invenții), în „American Scientist", vol. 43, nr. 4, octombrie 1955.

firma o va putea produce în serie și comercializa.

Acum aproape 50 de ani, practica medicală nu-i permitea doctorului Banting să-și întreţină familia. Ca s-o poată scoate la capăt și-a luat o slujbă. Dintr-o mizerabilă subvenție abia izbutea să-și procure cîinii pentru experienţe. Din aceste încercări a rezultat, pînă la urmă, insulina.

Astăzi fondurile și timpul necesar cercetărilor sînt asigurate într-o asemenea măsură, încît orice cercetător capabil și perseverent găsește auspicii și condiții favorabile pentru a-și cîștiga existența.

Astfel, climatul de dezvoltare a creativităţii s-a schimbat considerabil în bine. Mi se pare însă necesar să formulez una sau două rezerve.

Unele rezerve

Un individ poate fi viu interesat în atingerea obiectivului ce și-a propus ; este doar obiectivul *său*. Oare un întreg grup de cercetători poate să fie și să rămînă interesat în același fel ?

Este un fapt că costul cercetărilor ştiinţifice a crescut și este în necontenită creștere, ceea ce este de natură să provoace îngrijorare. Totodată este pusă sub semnul întrebării eficienţa colectivelor de cercetare. Fundaţia Naţională

de Ştiinţe a constatat că numărul articolelor din revistele de specialitate pe om de ştiinţă sau inginer este în permanentă creştere, în timp ce numărul de patente pe om este în continuă scădere, ceea ce ar putea fi interpretat ca imensă irosire de bani şi de talente. Aceasta reprezintă o primă rezervă privind un important sector al efortului creativ modern.

Sînt însă obligat să menţionez şi o altă rezervă. Nu este oare în multe cazuri prea uşor pentru un individ să pătrundă într-un colectiv de cercetare? E oare cazul să ne mai mire cînd, prea adesea, respectivul are sentimentul că cu aceasta „totul e în regulă"? Un sentiment atît de comod nu este o prea bună garanţie că el va depune un efort maxim în cadrul grupului de cercetare.

Toate acestea arată că drumul tuturor posibilităţilor este larg deschis numai aceluia care de la bun început este conştient de importanţa factorilor favorabili. Cînd vă alăturaţi unei echipe, daţi-vă toată osteneala. Dacă o veţi face, veţi realiza progrese mai rapide decît vă aşteptaţi.

Un cuvînt despre specializare. Specializarea nu e rea în sine, dar trebuie să vă păstraţi atenţia trează pentru o multitudine de domenii. Întreprinderea unde veţi lucra nu poate ea însăşi să ştie exact cu ce se va ocupa în următorii zece ani. Acest lucru vă priveşte direct.

„Brainstorming“ [1] este denumirea dată unui anumit tip de ședință a unui colectiv de lucru ; în cadrul ei, fiecare participant este îndemnat să emită idei cu privire la problemele care preocupă colectivul, indiferent cît de năstrușnice ar putea fi aceste idei ; drumul este însă barat pentru orice prejudecăți și pentru orice manifestare care ar putea să intimideze pe participanți. Brainstorming-ul este folosit ca tehnică de stimulare și antrenament al aptitudinilor imaginative ale membrilor colectivului respectiv, pentru a-i ajuta să se elibereze din cătușele inerției conservative, ale ploconirii în fața a ceea ce este „verificat și sigur“. Aceasta se face în speranța că obiceiul de a încuraja inspirațiile de tot felul poate avea ca rezultat sugerarea unor soluții utile atunci cînd se abordează probleme reale ce-și așteaptă rezolvarea. S-a încercat extinderea metodei în știință și tehnică.

Există și o anumită literatură cu privire la aceste încercări. Am avut însă totdeauna unele îndoieli în legătură cu eficiența ei. Poate că este mai bună decît o presupun. Mă opresc aici cu acest subiect.

---

[1] În limba engleză, textual : asaltul creierelor (*N.T.*).

Un brevet şi multiplele lui consecinţe

La cincisprezece ani, Johnny Spencer a remarcat că uşa de curăţire a unui cazan poate semnaliza (vezi capitolul 7). El n-ar fi putut prevedea atunci ce consecinţe va avea această observaţie, dar n-a abandonat nici un moment gîndul de a şi-o pune în valoare. La 8 aprilie 1921, discul lui Spencer reprezenta deci aplicarea unui principiu descoperit cu mult timp înainte ; el a dus la obţinerea patentului No. 1 448 200 din 13 martie 1923. Graţie lui a luat naştere Spencer Thermostat Company şi mai tîrziu s-au obţinut peste şaizeci de patente derivate.

Westinghouse Electric Corporation a obţinut, în 1923, o licenţă de folosire în exclusivitate a discului respectiv pentru aplicaţii electrice şi a alcătuit un vast program pentru a concesiona la rîndul ei licenţa de folosire a acestor discuri, altor întreprinderi. Mai bine de douăzeci de ani discul lui Spencer s-a folosit la fierul de călcat electric. Dar înainte ca această aplicaţie să fie posibilă, a trebuit să fie rezolvată încă o problemă. Vechile discuri lucrau numai la temperaturi relativ joase. *L. K. Marshall,* folosind dispozitivul lui Spencer, a realizat o combinaţie bimetalică pentru temperaturi înalte şi astfel a devenit posibilă aplicarea la fierul de călcat.

După cum se întîmplă adesea, dezvoltarea invenţiei a fost stimulată în continuare, chiar în cadrul întreprinderii beneficiare a licenţei

(Westinghouse), realizîndu-se și alte patente. Astfel un anume *H. S. Gano* a inventat un dispozitiv de protecție menit să prevină supraîncălzirea motoarelor. Astfel de dispozitive protejează acum mai mult de un miliard de motoare. Patentul *Bolesky* adaogă un buton manual de reanclanșare. O altă importantă variantă Westinghouse, care folosește discurile la pornirea motoarelor și, ca întrerupătoare, la protecția circuitelor electrice din avioane, au fost patentate de *Dorfman*. Patentul se aplică în sute de mii de unități.

ÎNTREBARE: Cînd un tînăr de cincisprezece ani se găsește în preajma unei uși de curățire care se comportă într-un mod neobișnuit, trebuie el să-i acorde vreo atenție?

E bine să țineți un jurnal?

Desigur. E bine. Oricît de tînăr ați fi, indiferent de experiența pe care o aveți, oricît ați fi de convins că nu sînteți încă pregătit pentru adevărata creativitate, e bine să țineți totuși un jurnal. De fapt, mai tîrziu, cînd vă veți revedea vechile notițe, cu cît veți descoperi mai multe „idei naive" care nu s-au realizat, cu atît mai mult le veți prețui.

Dacă n-ați ținut niciodată un jurnal, acum ar fi momentul potrivit pentru a-l începe. Procurați-vă un carnet și, dacă vreți, puteți scrie pe prima lui pagină: „Am citit astăzi capitolul 13 din *Creativitate* și autorul susține că ar trebui să țin un jurnal".

Felul în care persoanele înzestrate cu creativitate își țin jurnalul este foarte diferit. Dacă standardul acurateței este la dv. extraordinar de înalt, s-ar putea să renunțați repede la ținerea jurnalului ; nu aveți timpul necesar pentru a-l ține în ordine, curat ; v-ar indispune faptul de a umple cu „mîzgîlituri" niște pagini imaculate. La cealaltă extremă se situează cei dezordonați într-o asemenea măsură, încît nici cei mai buni detectivi sau decodificatori din lume n-ar înțelege o iotă din notațiile făcute. Poate că vă veți situa undeva între aceste extreme. Pe măsura maturizării dv., ideile și notațiile din jurnal pot deveni foarte importante pentru dv., poate chiar ca probe evidente ale unor eventuale drepturi de patentare.

Poate credeți că acest îndemn vine din partea unui om care a ținut cu sfințenie jurnale, timp de cel puțin jumătate de veac. Adevărul este însă că, în această privință, nu pot fi luat drept exemplu. Deși îmi consacru prea puțin timp regretelor legate de trecut, vă asigur că de data aceasta e vorba de un regret major. *Vă rog,* nu procedați ca mine. *Țineți un jurnal !* Desigur, dispun de dosare voluminoase în care am acumulat fișe, note de cercetare, studii, schițe și așa mai departe. Dar un jurnal le-ar fi ținut pe toate acestea într-o anumită ordine ; ar fi fost notate acolo și lucrurile pe care le-am uitat ; ele mi-ar fi amintit totodată despre o mulțime de vizitatori și prieteni.

Țineți un jurnal !

14

Inventatorul independent și cel angajat

Cu ani în urmă, un inventator independent era „cineva". Tehnologiile erau mai simple, întreprinderile nu-și prea băteau capul cu problema invențiilor. Dacă un inventator independent realiza ceva interesînd o întreprindere, aceasta încheia cu el un contract. Pe măsură ce știința și tehnologia s-au dezvoltat și au devenit mai complexe, întreprinderile au considerat necesar să-și creeze propriile lor sectoare de cercetare și dezvoltare. În sînul acestora se nasc acum invențiile, care sînt apoi brevetate. Prin aceasta firma caută să-și păstreze poziția într-o lume în plină schimbare, dorind să-și extindă relațiile, să-și consolideze și să-și protejeze produsele pe piață. În interiorul acestor întreprinderi se găsesc mulți inventatori angajați, inventatori salariați.

Într-o lume ca a noastră este reconfortant să ai o ocupație care să nu te oblige să frecventezi cursuri, să dai examene, să plătești impozite și să obții o autorizație pentru a putea exercita o „profesiune liberă". Inventatorul este încă liber să-și ia startul fără să notifice guvernului că este pe punctul de-a realiza curse de șoareci de o mai bună calitate. O asemenea situație mi se pare plăcută.

Inventatorul independent își desfășoară activitatea cum crede de cuviință. El este absolut liber să hotărască cu ce se va ocupa, cînd și cît de intens va lucra. Toate par bune și frumoase — pînă în clipa cînd se pune problema obținerii mijloacelor de trai. Desigur, situația diferă mult de la un individ la altul. Pe un om bogat nu-l va frămînta, firește, problema existenței ; dar în cazul acesta stimulentul creației nu va apărea decît rareori. O excepție de la aceasta a constituit-o *George Ellery Hale*, care avea un tată bogat și o avere moștenită. Puternicul lui interes pentru astronomie era susținut materialmente în întregime de către tatăl său. După cum știți, datorită ingeniozității sale, marelui său interes pentru problemele activității solare, darului său de organizator și priceperii de a obține fonduri importante din partea unor bogătași, am ajuns să avem, pînă la urmă, un telescop cu o oglindă de 500 cm în diametru. Este un caz cu totul ieșit din comun.

Este destul de rar ca un inventator să trăiască din veniturile obținute de pe urma invențiilor sale mai vechi. Îmi amintesc de *Leo H. Baekeland*, un strălucit profesor belgian, (și prieten al lui Michael Pupin) care s-a stabilit la noi în țară. El a inventat Velox-ul, prima hîrtie fotografică pe care se putea copia la lumină artificială. Numai după ce George Eastman, de la firma Eastman Kodak i-a plătit suma de un milion de dolari ca drepturi cuvenite pentru Velox, Baekeland și-a putut organiza viața ca inventator independent. Lui i se datorește și marea realizare a bachelitei. Succesul naște succese. Un om cu o astfel de situație poate fi în continuare productiv.

Cu totul diferit este cazul celui care, în condițiile noastre, ar trebui să îndure foamea dacă n-ar avea și altă îndeletnicire în timp ce inventează ; în această situație invenția constituie doar o activitate pentru timpul liber. *Chester F. Carlson* a avut, începînd cu anul 1937, ideea folosirii electrostaticii pentru obținerea reproducerilor foto. Deși primele rezultate au fost destul de slabe, el a perseverat. A avut multe insuccese și perioade de descurajare. Șaptesprezece societăți care ar fi avut posibilitatea să valorifice și să-i dezvolte ideea l-au refuzat. Desigur, ele regretă acum această comportare. În 1944, Carlson a obținut din partea Institutului Memorial Battelle să treacă la exploatarea procedeului ; faptul că a cîștigat această bătălie se datorește în mare măsură lui Walkup. Pînă la urmă, această izbîndă a provocat o adevărată revoluție în domeniul

procedeelor de copiere, sub denumirea de „procedeul Xerox".

Oricare ar fi împrejurările, inventatorul care lucrează de unul singur investește timp, muncă și bani în produsul creierului său înainte de-a începe să cîștige ceva. Uneori el își găsește un susținător, alteori lucrează pe baza investițiilor proprii. Pentru a se menține pe acest drum și a rezista timp mai îndelungat îi trebuie însă credință, vitalitate și voință.

De asemenea, sînt întru totul justificate frămîntările sale cu privire la destinul invenției — la întrebarea dacă ea va reuși pe deplin. Va putea fi ea brevetată? Ar putea să fie o invenție interesantă, dar, în fond, ar putea să reiasă că este o reinventare (adică să fie de fapt deja veche; sau chiar nouă fiind, s-ar putea ca un alt inventator s-o fi patentat înainte). Dar dacă va obține brevetul, va putea oare inventatorul să producă și să-și comercializeze singur invenția? Sau ar putea ea să intereseze vreo întreprindere? Dacă vreuna dintre aceste alternative se realizează, va fi ea urmată de un succes comercial? Și dacă ar fi așa, nu s-ar putea ivi cineva care să intenteze o acțiune contra brevetului, urmînd ca instanța judecătorească să aprecieze? Asta costă mulți bani și instanța ar putea să invalideze brevetul.

Cu ani în urmă, un prieten al meu, inventator, a avut de suferit de pe urma unui alt factor. Pe atunci automobilul nu avea decît rolul de a te duce dintr-un loc într-altul și era încă departe de a avea un aspect plăcut.

Printre altele, avea nevoie de un dejivror de parbriz. Inventatorul la care mă refer a realizat un asemenea dispozitiv. Era prins de parbriz dinspre interior cu ajutorul a două ventuze de cauciuc. Aceste ventuze sprijineau o mică bară de oțel. Un reflector de dimensiuni reduse era montat pe bară împreună cu o rezistență bobinată, încălzită cu curentul de la acumulator. După ce căldura dezgheța un sector, reflectorul era mutat, obținîndu-se astfel o fișie și apoi un sector larg de bună vizibilitate. Prietenul meu a încheiat un contract cu o firmă vecină și dejivrorul a ajuns pe piață. În primul și în al doilea an s-au pierdut bani. Dar în al treilea situația s-a schimbat : se așteptau comenzi de cincizeci de mii de dolari. Și apoi ? Niște oameni cu spirit creator din altă regiune a țării s-au străduit și au reușit să realizeze sticla securit pentru parbrize ; dar acest gen de sticlă nu tolera încălziri locale. Invenția nu se potrivea noilor parbrize. Era depășită !

Calea inventatorului independent poate să fie aspră și adeseori așa și este. Pentru a o străbate și a răzbi, acestuia îi trebuie încredere în resursele imaginației sale și un optimism incurabil. Este nevoie de efectul compensatoriu al robusteții morale pentru a putea rezista dezamăgirii ce urmează după eșecul total ; numai păstrînd un moral ridicat inventatorul poate porni din nou pe drumul unei alte idei. Nu toate încercările pot fi încununate de izbînzi. Este un lucru știut. Personal admir curajul unor inventatori independenți. Eu con-

tinui să cred că mai există și va exista totdeauna un vast cîmp de activitate pentru invențiile efectuate la domiciliu, ca să spunem așa, în domenii necesitînd mai curînd o enormă ingeniozitate, decît acea îndelungată pregătire obținută ani de-a rîndul într-o cetate universitară.

Inventatorul *amator* are nevoie de unele îndrumări. El trebuie să se perfecționeze din punct de vedere profesional și să citească mult, între altele despre felul cum s-au realizat invențiile. Trebuie să fie extrem de prudent pentru ca „ideea nouă" care îl pasionează să nu fie de fapt una veche. Să se documenteze în privința brevetelor, și a modului în care se obțin acestea. Să stea de vorbă în orice împrejurare cu experți, cu alți inventatori, cu juriști specializați în problemele de brevete.

Inventatorul angajat

În comparație cu inventatorul independent, inventatorul angajat lucrează în condiții total diferite. Nu vom discuta aici diferitele forme de angajare posibile, ci vom avea în vedere doar cazul cel mai răspîndit. Respectivul nu este angajat în calitate de actual sau viitor inventator. În interiorul unei întreprinderi se găsesc tot felul de sectoare și inscripții, dar în zadar ați căuta o ușă pe care să scrie „John Doe, inventator". Aceasta nu înseamnă că firma n-ar fi foarte interesată în invenții. Ea este

vital interesată și e firesc să fie așa. Tocmai din angajarea unor oameni cu spirit creativ pot rezulta acele realizări de care depind competitivitatea firmei, rentabilitatea ei, capacitatea ei de a realiza beneficii. Dacă firma nu reușește multă vreme să obțină cîștiguri, ea va fi lichidată și astfel mulți oameni vor avea de suferit. Ea vede deci în fiecare om de știință sau inginer nou angajat un inventator potențial, dar un inventator care lucrează sau va lucra pentru firmă și nu pe contul său propriu.

Așadar, în S.U.A. noului angajat i se cere în mod obișnuit să semneze un contract. Dacă a inventat ceva, el va face tot posibilul să obțină un brevet : acest brevet va purta numele lui, dar după aceea el îl va transfera firmei.

Cînd unii dintre tinerii studenți ai facultăților sau colegiilor aud pentru prima oară de asemenea stări de lucruri, ei sînt cuprinși de revoltă. Reacția lor obișnuită este : „asta îmi displace cu totul : dacă fac o invenție, ea trebuie să fie a mea" ! Să vedem cum stau lucrurile. În majoritatea cazurilor firma are o destul de mare contribuție la realizarea invenției. Ideea însăși a invenției a apărut în timpul activității desfășurate în acea întreprindere și în cadrul muncii prestate acolo. Multe dintre cunoștințele care au condus la cristalizarea ideii au fost obținute în serviciul respectiv. Firma acordă timp pentru experiențe, cheltuiește bani pentru aparate și echipamente costisitoare, sprijinind activitatea cre-

atoare. În această situație, este oare inventatorul îndreptățit să spună : „Invenția este a mea“ ? Firma trebuie să supraviețuiască. Ea are dreptul, dealtfel sprijinit pe legi și regulamente, să conteze pe munca angajaților ; dacă aceștia inventează, o fac *pentru ea*. Dacă s-ar limita să furnizeze fondurile și condițiile necesare pentru realizarea invenției, lăsîndu-l apoi pe inventator să plece cu brevetul său la firma concurentă, cît timp ar mai putea rezista ea în competiție ? [1]

Desigur, un număr destul de mare de oameni cu capacități creatoare sînt destul de mulțumiți să facă parte din rîndurile inventatorilor angajați. Firma își asumă toate riscurile. Marile ei resurse pot asigura laboratoare, echipament, aparate, materiale și tehnicieni. Multe descoperiri și invenții nici nu s-ar putea concepe fără existența acestor condiții de lucru.

[1] În cele spuse de autor este, fără îndoială, o doză de adevăr. El trece însă cu vederea faptul că în condițiile economiei capitaliste munca oricărui salariat și, în măsură sporită munca inventatorului, este izvor de plusvaloare și face deci obiectul exploatării (*N.T.*).

15

Încheiere

Te-ai născut prea tîrziu? Majoritatea descoperirilor şi invenţiilor au fost făcute de alţii înaintea ta? Ar fi cazul să discutăm şi această problemă. Şi apoi, ar mai fi cîteva lucruri de spus despre educaţie şi raporturile acesteia cu creativitatea, şi încă ceva despre inovaţii.

Educaţie şi creativitate

Tendinţele actuale din facultăţile americane — mă refer la învăţămîntul superior al ştiinţelor fizice şi tehnice — ar putea avea drept consecinţă imposibilitatea pentru o mare parte dintre tinerii cei mai bine dotaţi din punct de vedere creativ, de a-şi valorifica aptitudinile.

Aria de cuprindere şi complexitatea ştiinţei şi tehnicii au crescut considerabil şi, corespunzător, a crescut şi nevoia de cît mai multă matematică. Facultăţile şi cei ce le conduc lucrează sub tensiune, străduindu-se să ţină pasul cu torentul de informaţii contemporan. În domeniul tehnic este neglijată tot mai mult actualitatea progresului tehnologic, timpul trebuind să fie consacrat predării noţiunilor ştiinţifice de bază. În ştiinţele fizice, la ordinea zilei

se află tot mai mult teoria și solicitarea crescîndă a matematicii. După cum observă mulți, programa de învățămînt, textele folosite și metodele de învățămînt, ca atare, se orientează către pregătirea studenților pentru licența în științe, ca bază de plecare spre o calificare mai înaltă.

Această orientare ignorează total faptul că foarte mulți tineri cu înclinații tehnice sau științifice, dotați cu un puternic spirit creator, au puține contingențe cu matematica ; mulți sînt atît de puțin dotați în această privință încît nici nu pătrund în facultăți ; și dacă ajung să intre, trebuie să renunțe curînd.

De ce oare conducerile facultăților se arată atît de indiferente față de această situație, deși ea este o problemă de importanță națională ? Am bune motive să cred că puțini dintre acești factori de conducere sînt informați cu privire la creativitate și la procesul de creație.

O altă explicație se leagă de faptul că actualmente cadrele noastre profesorale sînt alcătuite aproape în totalitate din cei ce posedă titlul de doctor. În majoritatea lor, ei au obținut acest titlu datorită marii lor capacități de a fi oameni de știință, în stare să vehiculeze teoriile înalte și matematicile. Ei tind în mod firesc să formeze pe alții după modelul lor, — ceea ce și fac. Este cu totul natural ca ei să presupună că drumul propășirii științei și tehnologiei trebuie să treacă prin actualul cadru al sistemului de învățămînt. Trebuie să mai adaog și faptul că marea erudiție nu im-

plică în mod necesar o puternică creativitate și nici măcar interesul pentru creativitate. Desigur, va trebui să promovăm în număr mare licențiați care au privilegiul de a fi beneficiat de pe urma trecerii prin învățămîntul superior și care-și aduc contribuția la făurirea unei largi baze științifice și matematice. Dar ce se face pentru ceilalți tineri, a căror situație nu poate fi cu totul neglijată? Să ne amintim de două cazuri din această categorie.

Cel care a contribuit mai mult ca oricare la schimbarea modului de a gîndi al secolului său n-a fost decît „un ratat", dacă nu chiar „un dublu ratat". Tatăl lui, un medic bogat, a încercat să-l facă și pe el medic, dar planurile lui au eșuat. După aceea a vrut să facă din tînărul „ratat", preot. Dar și acest proiect a eșuat. La douăzeci și trei de ani, tînărul a plecat din Anglia, la bordul vasului „The Beagle", în calitate de naturalist. S-a întors, cinci ani mai tîrziu. El este cel care, în 1859, a publicat *Originea speciilor*. Numele său : Charles Darwin. Pentru aceasta n-a folosit niciodată mai mult decît aritmetica obișnuită — și, pe cît am înțeles eu, nici chiar aceasta nu era latura lui tare.

Omul care a pus bazele electromagnetismului a fost în același timp cel mai genial experimentator cunoscut vreodată pe lume. În privința matematicii nu cunoștea, nici el, decît aritmetica obișnuită și nu există vreo dovadă că ar fi putut-o depăși. Desigur, e vorba de Michael Faraday.

Într-o facultate de tipul actual n-ar fi loc pentru un Faraday sau un Darwin. Cît timp ne putem permite să asistăm nepăsători la această tragică irosire de talente ?

Deocamdată voi, elevi ai liceelor, dotați dar lipsiți de calificativele necesare pătrunderii în facultăți, cum veți rezolva problema realizării voastre ? O cale posibilă ar fi aceea de a deveni tehnicieni. Agerimea, lectura susținută și autoinstruirea v-ar permite ca în cîțiva ani să vă găsiți locul potrivit pentru a aduce o importantă contribuție acolo unde nu se cere încă să fii doctor în științe.

Descoperiri în perspectivă

Mai sînt oare încă multe descoperiri de făcut în știință, sau epoca de aur a descoperirilor a trecut ? Știți prea bine de cîte ori s-a crezut că științele fizice și-au atins limitele, pentru ca deodată — bum ! — o mare noutate să facă explozie și cu aceasta să înceapă „o eră nouă". Așa este istoria, și deși nu avem dovezi că ea se repetă, ea ne învață și ne avertizează că acest lucru e posibil.

Chiar și acum, imaginația, noile posibilități ale progresului tehnico-științific și creativitatea se concentrează asupra a două direcții fantastic de opuse. În timp ce căutăm, cu ajutorul unor mijloace uluitoare, să sondăm nucleul atomic (domeniu în care nimeni nu știe

exact despre ce e vorba), cu mijloace nu mai puțin grandioase sondăm spațiul cosmic și universul, făcînd descoperire după descoperire. Este mai mult decît sigur că aceste direcții de cercetare pot fi puternice surse de muncă și satisfacții pentru cei ce caută să le dezlege enigmele — și desigur că și nepoților voștri le vor rămîne destule de făcut. În multe alte domenii, lucrurile se prezintă în mod asemănător.

Să luăm cazul științelor biologice. Și în ce le privește, perioadele de acalmie au fost tulburate la un moment dat de necesitatea unor noi starturi. Pînă nu de mult, a ține un curs care să informeze tineretul studios asupra celor ce se știau despre celulă nu prezenta nici o dificultate : iată celula, iată părțile ei componente văzute la microscop. Au apărut apoi microscopul electronic și alte mijloace de investigație, mulțumită cărora au fost aduse la lumină o mulțime de detalii necunoscute. Genetica a luat un nou avînt, și odată cu aceasta s-au ivit noi enigme, pe care, de bună seamă, le vor dezlega cercetările privitoare la codul genetic. Biochimia a făcut pași uriași. Și cum stăm astăzi cu celula ? Cu cît știm mai multe despre ea, cu atît pare mai „imposibilă". Este un lucru de-a dreptul fantastic, plin de mistere, pe care le vor lămuri, poate, secolele viitoare, dacă ele vor fi vreodată lămurite.

Așadar, mai este încă loc pentru descoperiri ? Vă puteți răspunde și singuri.

Ne-am născut prea tîrziu pentru a fi inventatori? De fapt, s-au emis pînă acum milioane de brevete. Oare mai sînt încă multe de inventat? Iată o problemă care merită să fie dezbătută cu toată seriozitatea.

O invenție dezvăluie o combinație necunoscută încă între elemente sau date cunoscute, oricare ar fi acestea. Să luăm în considerare invenții de genul celor care combină doar patru elemente, cum ar fi bimetalul. Acesta are nevoie de două metale diferite, plus un procedeu de sudare (cu asta sînt trei), plus un tratament termic pentru a i se da duritatea necesară în condițiile de lucru (cu asta sînt patru). Este vorba deci de două materiale și două procedee de lucru. Acum gîndiți-vă la numărul de materiale și procedee existente actualmente în comparație cu cele de care a dispus la vremea sa Benjamin Franklin. În privința materialelor dispunem, de exemplu, de mai multe mii de aliaje metalice. Gîndiți-vă la sticlă și la materialele ceramice actuale. Adăugați plasticele, inexistente pe atunci, cu excepția cîtorva materiale naturale; și, după cum se pare, sîntem abia la începutul erei plasticelor. Puteți să mai puneți la socoteală și celelalte clase de materiale pe care Franklin nu le-a cunoscut niciodată.

Apoi, procedeele. Sîntem foarte aproape de obținerea temperaturii de zero absolut, iar în

domeniul nuclear sperăm s-o atingem pe cea de douăzeci de milioane de grade. Prin procedee moderne sînt crescute fibrocristale cu o rezistență enormă. S-au obținut realizări formidabile cu ajutorul peliculelor extrem de subțiri, astfel încît, folosindu-se circuite integrate, se poate construi un calculator uriaș care să încapă într-o pălărie. Citiți știrile care apar în legătură cu aceste probleme pe măsură ce apar ; veți mai putea adăuga modestei mele liste multe alte exemple de natură să ilustreze noua noastră tehnologie în plină expansiune.

Și acum să ne întoarcem la exemplul invenției care necesită doar patru elemente. Dacă dezvoltata tehnologie actuală dublează într-un deceniu numărul de elemente disponibile (materiale, procedee etc.), urmează oare de aici că doar *se dublează* numărul posibil de noi combinații ? Luați un exemplu simplu și o bucată de hîrtie și veți vedea ce rezultă din calcul. Nu este vorba, în acest caz, de o progresie aritmetică cu rație mică, ci de o progresie *geometrică*. Ba chiar, ducînd mai departe aceste raționamente, ați putea să fiți cuprinși de un sentiment de panică : se vor găsi oare destui oameni cu spirit creativ în stare să facă față tuturor combinațiilor astăzi accesibile — ca să nu mai vorbim de cele ce apar de la o zi la alta ?

V-ați născut oare prea tîrziu ? Vă las să trageți concluzia singuri.

O invenție „retrogradă"

Sîntem atît de obișnuiți cu efortul constant de îmbunătățire a produselor noastre, încît atunci cînd dăm peste un inventator care face un mare pas înapoi ne întrebăm ce l-o fi apucat. Să luăm, de pildă, spălatul rufelor. La început se folosea forța musculară, o cadă și o scîndură de spălat rufe. I-a urmat mașina de spălat, acționată manual. Apoi o mașină acționată de motor, după care au urmat o serie de îmbunătățiri ale acesteia. Atunci de ce să mai încercăm să facem din nou o mașină de spălat acționată manual ? Cine oare ar mai cumpăra-o ? Și totuși, chiar un asemenea lucru s-a gîndit să-l facă *Richard R. Walton*, un inventator din Boston. Acolo lucrează Robert W. Young, vicepreședinte al firmei Colgate-Palmolive, însărcinat cu marketingul mondial. Young l-a rugat pe Walton să se ocupe de problema mașinii de spălat rufe și să vadă ce se mai poate face.

Walton, adept al metodei încercărilor, nu lucrează niciodată după schițe. Este un experimentator dotat cu „simțul" obiectelor concrete. După luni de trudă, desfășurată în subsolul său, Walton a realizat o mașină de spălat manuală pentru două kilograme de rufe. După ce a încercat mai multe variante de mărimi, Walton a realizat o mașină de spălat excelentă.

Walton a mers timp de o săptămînă „pe teren". A vizitat o comunitate mexicană săracă. Femeile s-au grăbit să asiste la demon-

straţie. Erau entuziasmate ! Începeţi să înţelegeţi deci ce poate însemna o „invenţie retrogradă". Există încă şi azi în lume cîteva sute de milioane de femei care mai spală rufele cu mîinile, îngenucheate pe malul rîului. Se speră că aceste maşini vor fi produse în Mexic la preţul de trei dolari sau chiar la unul mai mic, pentru uşurarea muncii atîtor milioane de femei.

Inovaţia

Creativitatea aduce la lumină ceva nou. *Inovaţia* constă în realizarea şi darea în folosinţă a unui lucru nou. Descoperitorul său, de fapt, inventatorul, poate fi numit şi inovator. Fără îndoială, o realizare de acest fel are dreptul de a fi considerată inovaţie. Dar dacă inovaţia va fi sau nu adoptată, aceasta depinde de diferiţi factori ; adeseori, şi chiar aproape întotdeauna, realizarea practică a inovaţiei depinde de alte persoane.

Cînd eram copil, cu şase decenii în urmă, ajutam la confecţionarea săpunului galben, folosit în casa noastră la spălatul rufelor. Astăzi gospodina îşi duce sacul cu rufe la o spălătorie automată. Gîndiţi-vă la toate inovaţiile care marchează drumul de la scîndura de spălat rufe la spălătoria automată ! Şi acum se anunţă ceva menit să elimine spălatul cu totul : haine şi rufe de hîrtie pe care, după purtare, le arunci !

Creativitatea înseamnă inovaţie şi inovaţia poate să schimbe din temelii orice activitate umană. Ea nu se rezumă doar la acele descoperiri din domeniul ştiinţei care ne ajută să înţelegem mai deplin stelele şi atomii ; nici la acele invenţii tehnice care ne oferă dispozitive mai multe şi mai bune ; nici la noile mijloace ale agriculturii, datorită cărora se pot obţine mai multe piersici de fiecare om, sau mai mult grîu la hectar. Cu mult timp înainte, greoaiele schimburi prin troc şi, în general, schimburile de bunuri propriu-zise au fost simplificate printr-o inovaţie : moneda de metal. Mai tîrziu, banii de hîrtie, înlocuind moneda metalică, au făcut ca schimburile să devină mai lesnicioase. Dacă complexul de operaţii bancare şi financiare s-a dezvoltat şi a avansat, aceasta se datoreşte tot introducerii treptate a unei serii de inovaţii.

Aş dori să sper că vreun tînăr cu spirit creativ m-a urmărit pînă aici, şi aceasta chiar dacă nu manifestă cine ştie ce interes pentru fizică, pentru motoarele cu ardere internă sau pentru găsirea unor noi căi de investigare a feţei invizibile a Lunii. Dacă a făcut-o, înseamnă că s-a alăturat Clubului Creativităţii. Prin eforturile dv. creatoare aţi putea să vă număraţi printre cei care vor contribui la rezolvarea problemelor stringente ale omenirii. Pentru a supravieţui, avem nevoie de inovaţiile dv.

Să revenim acum la cei care dovedesc înclinaţii ştiinţifice şi dorinţa lor de a deveni astronomi, fizicieni, inventatori sau de a adopta

o altă profesiune în care să-și poată manifesta creativitatea. Mergeți cu hotărîre spre țelul propus și faceți tot ce depinde de dv. spre a obține rezultate cît mai bune. Avem nevoie de dv. Dar această activitate nu vă absolvă de îndatoririle pe care le aveți față de cei ce vă înconjură. Gîndiți-vă cum să împărtășiți și celorlalți preocupările timpului dumneavoastră liber. Gîndiți-vă cum să veniți în ajutorul colegilor dv. dotați cu spirit creativ, astfel încît să realizeze inovații, spre folosul real al societății.

Cuprins

Pag.

A. D. Moore (date biografice) 5

Locuri şi oameni
cărora le datorez recunoştinţă . . . 7

Introducere 9

1

Sinteţi creativ ? 14

Creativitatea celor foarte tineri . . . 16

Comoditate şi creativitate 17

Scrisul sub tensiune 18

Unele probleme privitoare la creativitate 20

2

Ingeniozitatea 23
Am să-ţi arăt eu ţie ! 24
Exemple mai vechi de ingeniozitate . . 25
Cîteva exemple mai noi 31
O problemă de perspicacitate 38

3

Cum să vă ţineţi trează creativitatea . . . 41
Dispariţia creativităţii 42
Studenţii creativi au necazuri 45
Inteligenţă şi creativitate 46
Eşecul universităţilor 50
Calificativele mari din facultăţi indică oare şi o puternică creativitate ? . . . 54
Antrenamentul 54
Un ciob de sticlă 57

4

Ce fel de oameni sînt creatorii ? 60
Creatori în viaţa de toate zilele . . . 61
Şi alţi cîţiva 71
De la plictis la invenţie 73
Să lucrezi în echipă sau de unul singur ? 77
Aşadar : ce fel de oameni sînt creatorii ? 82

5

Ce spun oamenii creativi 84
Opiniile lui Goldsmith, Langmuir, Einstein 85
Opiniile lui Helmholtz, Poincaré şi ale altora 88
Rezumat 94

6

Aşadar, aveţi şi dv. o idee? 98
Ce ştiţi de pe acum? 99
Ideea dv. e veche sau nouă? 100
Obiective greşite sau imposibile . . . 101
Verificarea unei idei 104
Moderarea condiţiilor impuse 106
Cîte condiţii poţi pune unui material? . 110
Problema bicicletei 111
Problema jojei de ulei 113
Discernămîntul 115
Ideile preconcepute 116

7

A învăţa, a observa, a vizualiza 118
A învăţa 119
O incursiune în lumea sticlei 122
„Serendipitatea" 125
Observare, curiozitate, descoperire . . 126
Imaginaţie — înţelegere — vizualizare . 129
Încă ceva despre vizualizare 131
O uşă năzdrăvană 134

8

Cînd mîinile intră în acţiune 137
Proba mîinilor 138
Testul lui Duncker cu pendulul . . . 139
Fixitate funcţională 141
Problema briceagului 142
Pe care o veţi alege? Pe amîndouă! . 143
Ce spune Walkup 146
Părerea lui Teal 148

Ce gîndește Lafferty 149
Un bilanț al discuției 150
Eșecul grecilor 153

9

Metode și principii călăuzitoare 156
Doi oameni profund diferiți . . . 157
Porniți întotdeauna din punctul în care vă aflați 158
Metoda științifică 161
Găuri în stîlpi 162
Cine face găurile și de ce? 164
Sînteți gata să vă asumați riscul? . . 166
Metoda „pune mîna și încearcă" . . . 169
Gîndire convergentă și gîndire divergentă 170
Simplitate sau complexitate 172
Inversarea unei idei 174
Cleștele de îndoit sîrma 175
Doi băieți și problema tablei de șah . . 176

10

Etapele procesului de creație 178
Etape 179
Pregătirea 180
Incubația 181
Iluminarea 183
Verificarea 184
„Noaptea e un bun sfătuitor" 187
Alternarea 188
Fertilitatea tensiunii provocate de scadență 189
Cea mai mare descoperire a secolului nostru 191

11

Memoria 193
Memoria imediată 194
Riscul de a avea o memorie de scurtă durată 196
Memoria de durată 198
Uităm vreodată ceva ? 200
Memorarea inactivă 201
Dirijarea „gîndirii“ 203

12

Gîndirea : conştient şi subconştient 204
Conştientul 205
Subconştientul la lucru 207
Iluminarea de pe feribotul Lackawanna . 208
Subconştientul face inventarul 209
O echipă : conştientul şi subconştientul . 210
Echipa la lucru 211

13

Despre diverse probleme 212
Au femeile creativitate ? 212
Lily Pavey şi maşina de scris muzică . 215
Descoperitori şi inventatori 216
Mediul creativ 217
Factori care afectează creativitatea . . 221
Unele rezerve 224
Asaltul creierelor 226
Un brevet şi multiplele lui consecinţe . 227
E bine să ţineţi un jurnal ? 228

14

Inventatorul independent şi cel angajat . . . 230
Inventatorul independent 231
Inventatorul angajat 235

15

Încheiere 238
Educaţie şi creativitate 238
Descoperiri în perspectivă 241
Invenţii în perspectivă 243
O invenţie „retrogradă“ 245
Inovaţia 246

Redactor: TOMA SORIN
Tehnoredactor: POPA OLIMPIU

Coli de tipar 8. Tiraj 12.500 ex. Bun de tipar 3.03.1975.

Tiparul executat sub comanda
nr. 8491a
Intreprinderea Poligrafică
„13 Decembrie 1918"
Str. Grigore Alexandrescu nr. 89—97
București
Republica Socialistă România

Lei 5

2 lei

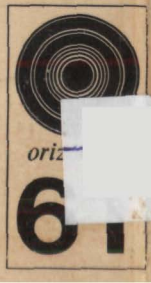
în aceeași colecție

Vasile Pavelcu, *Culmi și abisuri ale personalității*

Eseuri psihologice, largi incursiuni în analiza unor opere literare aduc mai aproape de cititori explorări și sondaje în adîncurile sufletului omenesc.
Titlul exprimă cutezanța autorului de a aborda miezul condiției umane, imaginea omului zilei de „azi", plină cu ziua de „ieri" și orientată spre cea de „mîine"

Gh. Vlăduțescu, *Ereziile evului mediu creștin*

În lucrare sînt evocate momente dramatice din istoria bisericii și a dogmaticii creștine: ereziile din evul mediu. Iudeocreștinismul și gnosticismul; maniheismul, bogomilismul, erezia cathară; arnaldiștii și Frații apostolici; John Wiclyffe și Ian Hus; erezia lui Béranger și erezia lui Abélard; erezia amauriciană și erezia davidiană;mișcarea averroistă. Erezii și secte.

P. Ghiață, *Atatürk*

Autorul, care s-a bucurat de privilegiul de a-l cunoaște personal pe eroul revoluției turce, Kemal Atatürk, narează evenimente memorabile: izbucnirea răscoalei „Junilor turci", intrarea Turciei în războiul mondial, radicalizarea maselor, răsturnarea ultimului sultan, instaurarea republicii. În centrul evenimentelor, figura lui Kemal Atatürk.